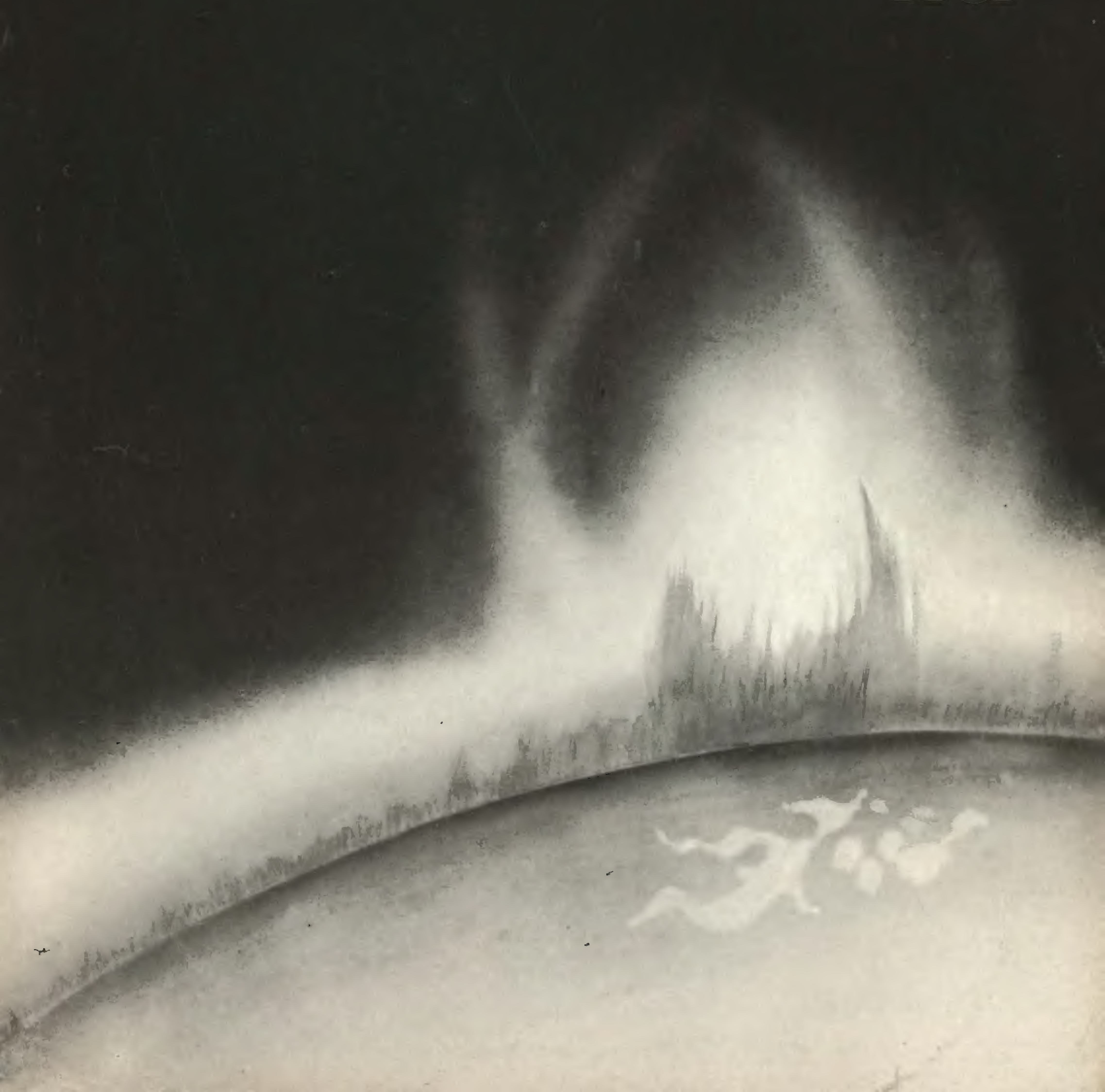


ПРИРОДА

12
1967





*Эти редкие фотографии льви-
цы, гепарда и кафрских буйво-
лов сделаны в саванне Афри-
ки Б. Гржимеком, автором
статьи в номере: «Мужество
по сходной цене»*



ПРИРОДА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР

ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1912 ГОДА

ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“ (МОСКВА)



В НОМЕРЕ:

Пестролистные растения. <i>В. Л. Рыжков</i>	2
Солнечные пятна. <i>С. Б. Пикельнер, М. А. Лившиц</i>	8
Загадки глубоких недр Земли. <i>Е. Н. Люстих</i>	14
Взаимодействие океана и атмосферы. <i>С. А. Китайгородский, А. С. Монин, В. С. Самойленко</i>	23
Освоение Мангышлака	
Полуостров сокровищ. <i>А. И. Имшенецкий, Ю. М. Клейнер</i>	32
Озеленение Мангышлака. <i>Ф. Н. Русанов</i>	35

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

Камчатка — страна циклонов. <i>В. С. Агалаков</i>	40
Обогащение пресных водоемов Крыма. <i>П. А. Журавель</i>	42

НАУКА—СЕЛЬСКОМУ ХОЗЯЙСТВУ

Создание новых форм и видов зерновых растений. <i>Н. В. Цицин</i>	45
---	----

ЛЮДИ НАУКИ

Исаак Яковлевич Померанчук. <i>Л. И. Липидус</i>	51
Из дневников В. И. Вернадского	55

ГИПОТЕЗЫ

Можно ли управлять климатом Арктики? <i>П. М. Борисов</i>	63
---	----

ОХРАНА ПРИРОДЫ

Аскания-Нова. <i>Ф. И. Крутылпорох, В. Д. Треус</i>	74
---	----

ЭКСПЕДИЦИИ, ПУТЕШЕСТВИЯ

Мужество по сходной цене. <i>Б. Гржимек</i>	80
В стране морских берегов. <i>О. Б. Мокиевский</i>	88

ЗАМЕТКИ, НАБЛЮДЕНИЯ (61—62)

НОВОСТИ, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ (93—103)

КНИГИ (104—109)

КАЛЕНДАРЬ ПРИРОДЫ (110—117)

СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА «ПРИРОДА» ЗА 1967 ГОД (118—128)

На первой странице обложки: активная область на Солнце. По картине О. К. Рыжикова и М. А. Лившица.

ПЕСТРОЛИСТНЫЕ РАСТЕНИЯ

Член-корреспондент АН СССР В. Л. Рыжков
Москва

Можно сказать, что пестролистные растения были моей первой любовью в науке, и я до сих пор остался верен интересу к ним. Самые первые мои встречи с пестролистными растениями восходят к 1922 г. Вскоре после того как в Харькове был учрежден Коммунистический университет им. Артема, меня пригласили организовать в нем кафедру общей биологии. Новой была наука, новой была и кафедра. Мне и моим товарищам пришлось заново не только строить курс, но и организовать наглядные пособия для этой кафедры. Среди собранных нами растений многие были пестролистными.

Пестролистными называют растения, у которых на листьях имеется рисунок, образованный участками, окрашенными в зеленый цвет, и участками, совсем лишенными хлорофилла (белыми) или содержащими его в недостаточном количестве (светло-зелеными, желтыми). Многие пестролистные формы принадлежат к числу распространенных декоративных растений, например герань с белоокаймленными листьями, а также многие другие растения.

РОЖДЕНИЕ ПЕСТРОЛИСТНОСТИ

Откуда происходят пестролистные растения? Все садовые формы — продукт отбора, длительной работы селекционеров. Мне же хотелось найти пестрые растения в природе. Оказалось, что это не так уж трудно. Даже на улице, вблизи университета, мне приходилось встречать такие растения дикорастущими. Я помню, как однажды, окруженному толпой зевак, мне пришлось бережно выкапывать на довольно оживленной улице подорожник, который на одном листе имел белый сектор. Я пересадил подорожник в вазон, и вблизи листа с белым сектором развились новые листья, часть которых имела правильную белую каемку. Я как бы

присутствовал при самом зарождении пестролистности, происхождение которой надо представить себе так: какая-то одна клетка растения утрачивает способность развивать хлорофилл, и, когда она делится, ее потомки становятся такими же белыми, как и она сама.

Изменения, которые наследуются, принято называть мутациями. Поскольку речь идет о мутациях, происходящих в теле, а не в половых клетках, то эти мутации можно назвать соматическими, от греческого слова «сома» — тело.

Пестролистные растения уже потому интересны, что они очень просто и наглядно показывают: мутации, т. е. наследственные изменения, могут возникать не только в клетках, специально служащих для размножения, но и в любой части тела.

ХИМЕРЫ У ГОМЕРА И В НАШИ ДНИ

Итак, растение, которое мы называем пестролистным, обычно соединяет в себе ткани с разной наследственностью. Поэтому из разных частей такого растения нередко можно получить потомков, различающихся по своей наследственности. Организмы, которые объединяют в себе ткани с разной наследственностью, получили название химер, и можно сказать, что большинство пестрых растений — это химеры. О химерах писал еще Гомер:

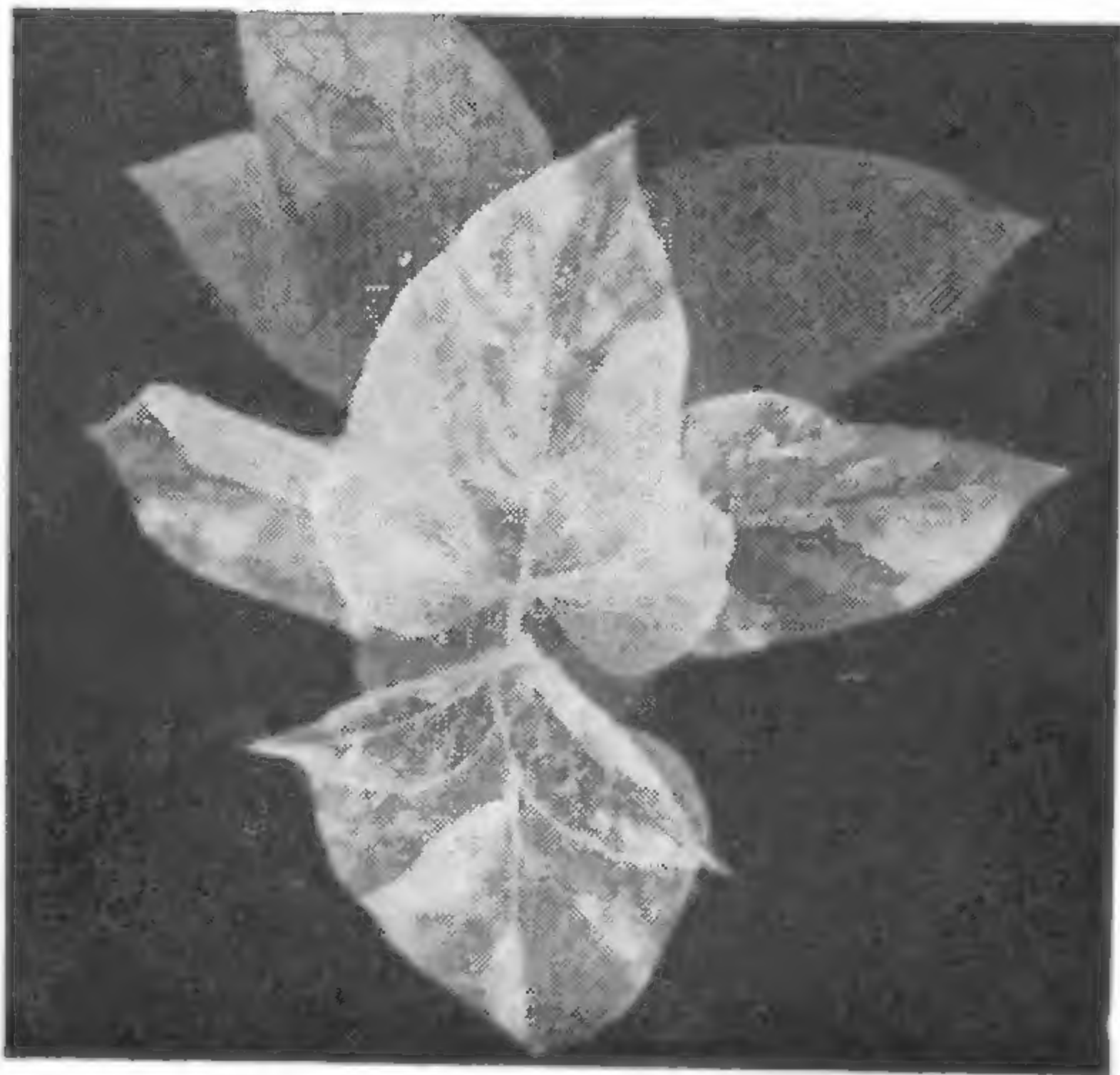
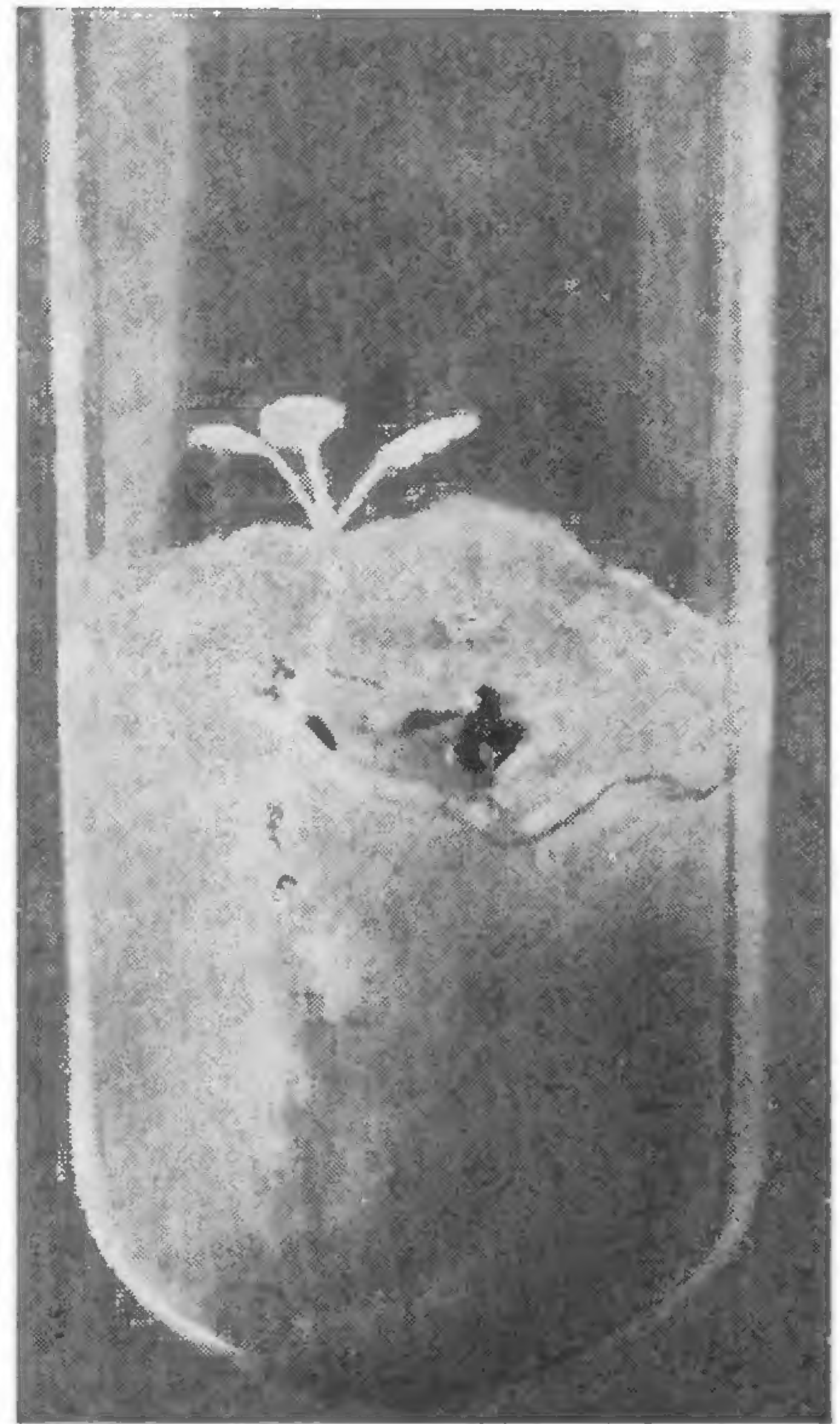
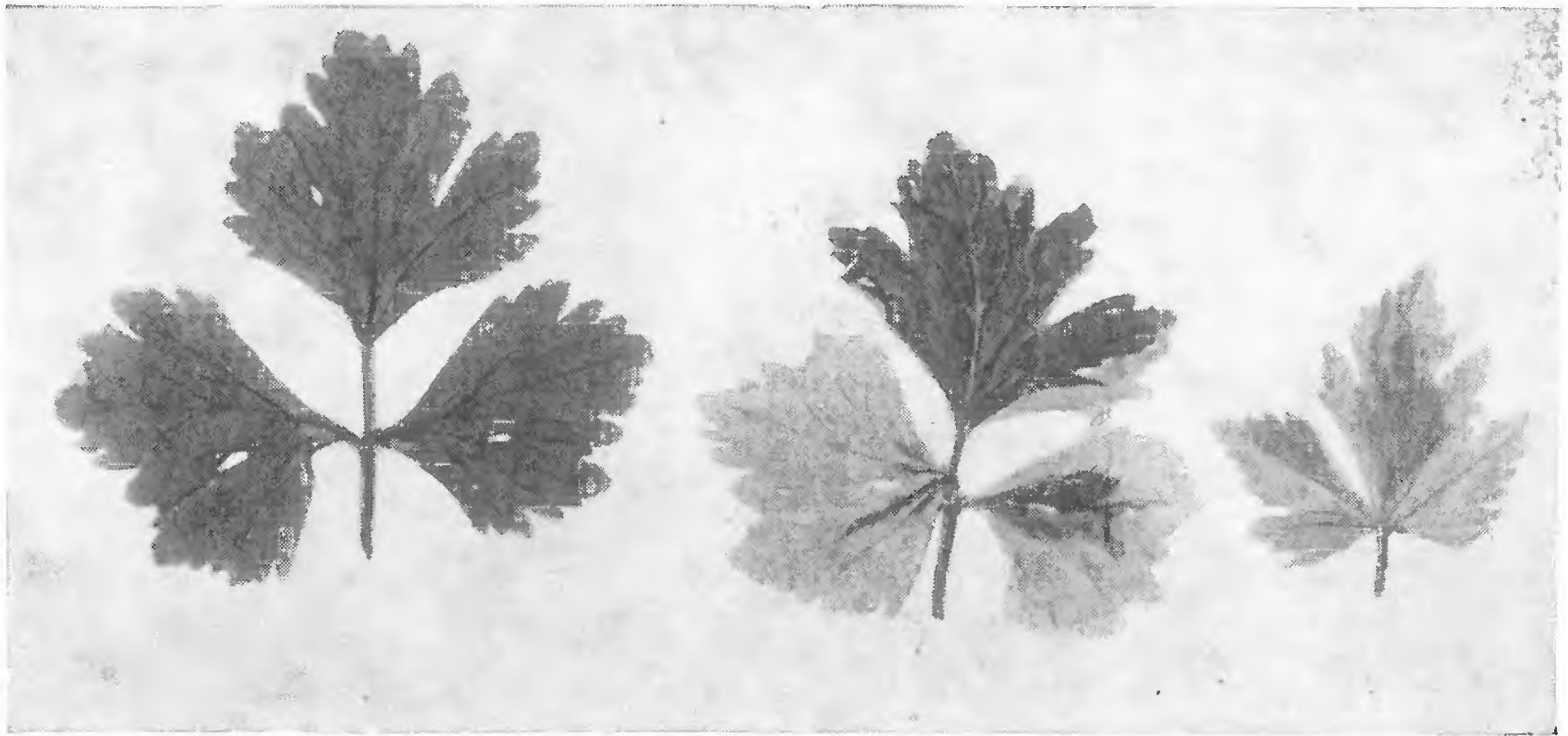
Прежде всего умертвить ему дал
приказанье химеру
Неодолимую, ведшую род от богов,
а не смертных,
Спереди львицу, козу посредине,
а сзади дракона,
С гневною силою из уст изрытавшую
яркое пламя.

«Илиада», Песнь 6

Таким образом, в древности химерами назывались сказочные чудовища, соединяющие в себе признаки разных организмов.



Листья пестролистных химер томата



С в е р х у — доли листа сельдерея: белоокаймленного (справа) и нормального (слева). В с е р е д и н е — белоокаймленные листья подорожника (слева) и пробирка со стерильной культурой альбиноса полыни, выросшей на вате, пропитанной раствором сахара (справа). В н и з у — мраморно-пестрый проросток «*Mirabilis jalapa*».

В настоящее время химерами мы называем организмы, полученные искусственно, путем сращивания, и соединяющие в себе ткани разных существ, или же естественные, возникшие в результате соматических мутаций отдельных тканей.

ЗАПОВЕДНИК ПЕСТРОЛИСТНОСТИ

После того как в 1928 г. на II Всесоюзном ботаническом съезде я сделал доклад о пестролистности, меня пригласил умерший теперь ботаник В. В. Адамов в ботанический сад Белоруссии «Большие Летцы», где под его руководством садовником Г. Е. Дорониным было собрано значительное количество дикорастущих пестролистных растений. Эти растения были мною изучены и описаны. Среди них насчитывалось около 80 видов, которые принадлежали к 23 семействам.

Таким образом, мутации, приводящие к пестролистности, далеко не редки. В дикой природе пестрые растения, правда, не могут, как правило, сохраняться в течение длительного времени, так как по большей части они оказываются более слабыми, чем зеленые, и вытесняются этими последними. Однако иногда пестролистным удается получить некоторое распространение. Так, под Москвой нередко встречаются пестролистные экземпляры брусники, которая была описана замечательным русским ботаником Н. П. Кренке.

СМЕРТЕЛЬНЫЕ ГЕНЫ И... ИХ ПОЛЬЗА

Если растение скрыто несет в себе ген альбинизма, или, как говорят, гетерозиготно в отношении этого гена, и скрещивается с другим подобным растением, то в потомстве на три зеленых растения получается один альбинос. Он погибает, так как хлорофилл необходим растению для усвоения углекислого газа из воздуха для питания. Жизнь альбиноса можно продлить, если его искусственно культивировать в питательном растворе, содержащем сахар. Я выращивал в пробирках (в растворах сахара) альбиносов полыни, полученных мною от найденного в природе пестрого экземпляра полыни. В дальнейшем подобные опыты удавались и другим ученым, с другими видами растений.

Мутации, которые приводят организм к гибели, получили название летальных (смер-

тельных). К их числу принадлежат и мутации альбинизма. Однако недавно были обнаружены очень интересные факты. Оказалось, что зеленые экземпляры кукурузы, скрыто несущие гены альбинизма, обладают большей жизнеспособностью по сравнению с зелеными экземплярами того же растения, не несущими таких генов. Поэтому если мы предоставим кукурузе, среди которой имеются гетерозиготные в отношении альбинизма растения, свободно размножаться, то окажется, что постепенно количество зеленых экземпляров, скрыто несущих альбинизм, будет возрастать. Эти данные были получены совсем недавно, и объяснения им мы в настоящее время не имеем. Однако они интересны, ибо показывают, что смертельные гены, если они находятся в скрытом состоянии, неожиданно могут иногда оказаться полезными для растения.

ПОСТОЯННЫ ТОЛЬКО В СВОЕМ НЕПОСТОЯНСТВЕ

Как известно, законы, открытые Менделем еще в 1865 г., первоначально не обратили на себя внимание и были снова открыты только через 35 лет одновременно тремя ботаниками. Уже первые исследователи, вторично открывшие законы Менделя, К. Корренс и Г. де Фриз, встретили целый ряд случаев наследования, которые отклонялись от правильного следования законам Менделя. Некоторые из этих отклонений, как оказалось, зависели от того, что наряду с устойчивыми генами встречаются гены, отличающиеся необычайно высокой частотой изменчивости.

Различные гены мутируют с разной частотой. Обычно у всех организмов, начиная от вирусов и бактерий и кончая человеком, она колеблется от 1 : 10 000 до 1 : 100 000. Встречаются, однако, гены, мутации которых происходят так часто, что о них Г. де Фриз писал, что они постоянны только в своем непостоянстве. От некоторых из таких генов — лабильных, как их называют — зависит способность растения к образованию хлорофилла. В процессе развития растений эти гены дают бесконечный ряд мутаций, в результате чего возникают белые клетки среди зеленых и зеленые — среди белых. Зеленое растение дает белые побеги, и в пазухе белых листьев могут снова возникнуть зеленые побеги. Мутируют такие гены и при образовании половых клеток. Из семян, собран-

ных с белого побега, в этом случае можно получить зеленые и пестрые растения, а зеленые побеги могут дать неожиданно большой процент белых проростков.

Лабильные гены вызывают не только мутации хлорофиллообразования. Если окраска венчика зависит от лабильного гена, то получаются пестрые цветы с белыми и красными участками, а также соцветия, несущие рядом красные и белые цветы. Лабильные мутации красной окраски зерна у кукурузы приводят к образованию мозаичных початков с красными, белыми и пестрыми зернами.

Лабильные мутации представляют очень большой научный интерес, но, несмотря на огромное количество посвященных им работ, природа их остается недостаточно выясненной.

ПЕСТРОЛИСТНОСТЬ — ПРОТИВ МОНОПОЛИИ ЯДРА В НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

Еще задолго до того, как законы, открытые Менделем, получили известность, у большинства биологов сложилось твердое убеждение в том, что в наследственности главную, а может быть и единственную, роль играет ядро. В пользу этого говорили многочисленные факты. Было изучено, как происходит деление ядра, удалось установить, что содержащиеся в ядре хромосомы делятся продольно и тщательно распределяются между дочерними клетками. Если такое распределение хромосом почему-либо не произойдет, как это иногда можно наблюдать при развитии яйца морского ежа, то зародыши с ненормальным числом хромосом развиваются уродливо. Наконец, в пользу монополии ядра в наследственности говорило также то, что обычно потомки получают признаки от отца и матери в равной степени, хотя от отца они почти не получают цитоплазмы.

Законы Менделя блестяще подтвердили роль хромосом в наследственности. Оказалось, что расщепление признаков строго соответствует поведению хромосом при созревании половых клеток и при оплодотворении. Однако опытами ученых, вторично открывших законы Менделя, представление о монополярной роли ядра в наследственности было опровергнуто. К. Корренс изучал пестролистную форму *Mirabilis Jalapa* с беломраморными листьями и обнаружил, что этот признак наследуется только по материн-

ской линии. Потомки были беломраморными, как и мать, даже в том случае, если материнское растение опыляли пылью зеленого, а зеленые растения давали только зеленые потомки даже после опыления их пылью пестрых.

Чтобы объяснить это явление, К. Корренс допустил, что передача пестролистности в данном случае происходит не при помощи ядра, а через цитоплазму.

Одновременно с К. Корренсом другой немецкий генетик, Е. Баур, изучал наследование у пестролистной герани. Оказалось, что у пестролистной герани самоопыление белых побегов дает только белое потомство, зеленых — только зеленое, но если скрещивать белые с зелеными, то можно снова получить пестрое потомство.

В данном случае пестрота возникала независимо от того, использовали мы пыльцу зеленого или пыльцу белого растения. Следовательно, пестролистность передается у герани и по материнской и по отцовской линии. Однако правильных числовых отношений, которые наблюдаются, когда наследственность зависит от ядра, здесь не было. Чтобы объяснить способ наследования, в этом случае пришлось предположить, что и отец и мать передают потомству хлорофильные зерна или пластиды. Если в яйце соединяются пластиды белые от одного из родителей и пластиды зеленые от другого, то из такого яйца развивается пестрое растение, у которого постепенно происходит рассортировка пластид по разным клеткам: в одну клетку попадают белые пластиды, а в другую — зеленые. Впрочем, у таких пестрых растений в одной клетке иногда можно встретить и белые и зеленые пластиды.

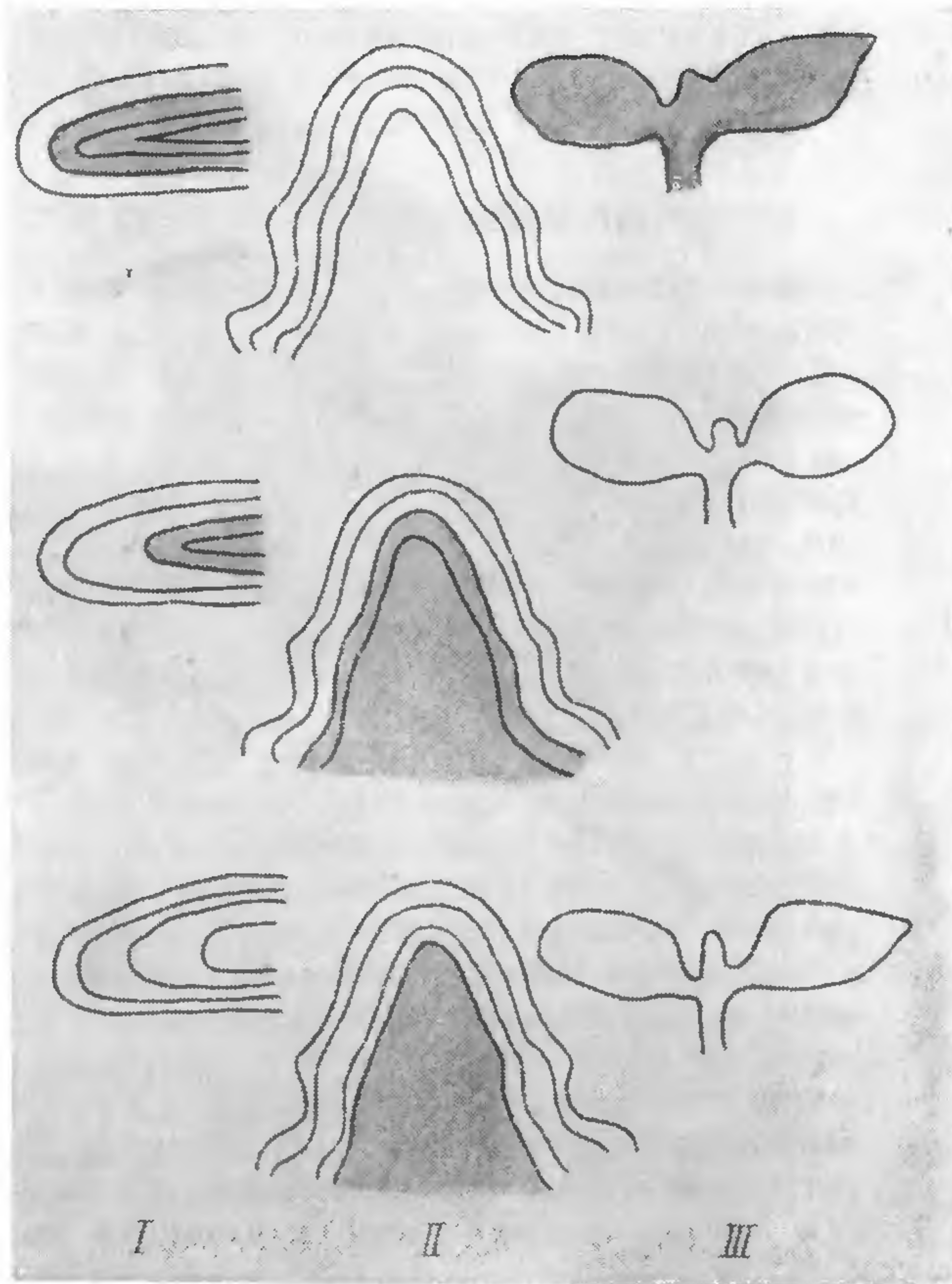
Таким образом, изучение пестролистных растений позволило открыть совершенно новые случаи наследственности — наследование через цитоплазму. В настоящее время мы хорошо знаем, что в наследственности играют одинаковую по значению, хотя и разную по характеру и способу передачи, роль и ядро, и цитоплазма и что признаки зависят от свойств ядра и цитоплазмы. Поучительны в этом отношении некоторые гибриды между разными видами. Среди них часто встречается пестролистность. Она зависит от того, что при определенной комбинации ядер у межвидовых гибридов пластиды одного из видов неспособны зеленеть, в результате чего и возникает пестролистность.

Среди пестролистных растений обращают на себя внимание те, у которых светло-зеленые, желтые или белые ткани правильно окаймляют матово-зеленую середину листа. Если мы захотим понять, как это получается, то мы должны взять кусочек листа из средней его части, сделать бритвой поперечный разрез через такой кусочек и посмотреть его под микроскопом. Окажется, что у белоокаймленных листьев в средней части листа, которая имеет матово-зеленый цвет, под кожицей, или, как говорят ботаники, под эпидермисом, лежит один слой белых клеток. Следовательно, химера, имеющая белоокаймленные листья, — это растение, которое одето в белую ткань, «начинка» же этих растений зеленая.

Белый край возникает вследствие того, что в области края листа все клетки происходят из белого слоя, лежащего под эпидермисом. Такие химеры, у которых есть один или несколько слоев тканей, обладающих другой наследственностью, покрывают нижележащие и называются периклинальными. Это название происходит от двух греческих слов: пери — вокруг и клинеин — покрывать.

Периклинальные химеры представляют большой научный интерес. Их изучение помогло разобраться в том, как происходит развитие растения. Представим себе нарастающую часть, или, как говорят, точку роста стебля. Она обычно конусообразная, и в ней можно различить несколько слоев ткани. Новый лист зарождается в нижней части конуса нарастания в виде небольшого бугорка. Возникает вопрос: из каких слоев ткани конуса нарастания строится лист?

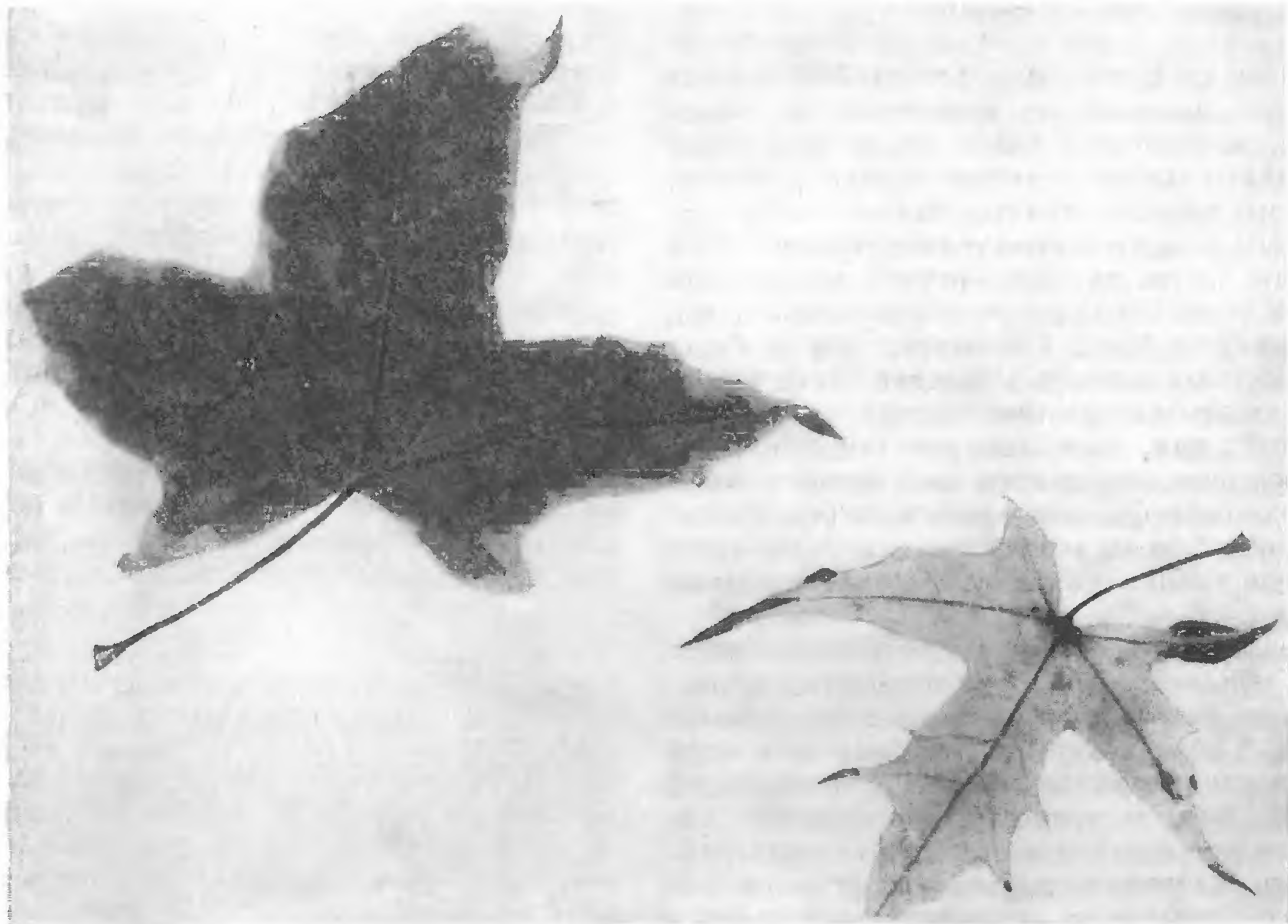
Пестролистные растения помогают решить этот вопрос. Их ткани помечены самой природой: одни белые, а другие зеленые. Оказывается, у разных растений в развитии листа принимает участие разное количество слоев конуса нарастания. У однодольных растений, как например у хлебных злаков, в развитии листа по большей части участвуют только два верхних слоя конуса нарастания. Поэтому у однодольных растений химерный лист может иметь только один верхний слой, отличающийся в своей наследственности от нижележащих слоев, так как все его ткани происходят только от двух слоев нарастания. Такие химеры получили название гаплохламидных, или однопокровных. У всех дву-



Схематическое изображение конуса нарастания с одним, двумя и тремя слоями белой ткани сверху (II), слева — схематическое изображение кончиков листа этих химер (I), справа — характер потомства этих химер (III)

дольных растений (а также и у некоторых однодольных) не менее трех слоев конуса нарастания принимает участие в построении листа, и у них, следовательно, возможны диплохламидные химеры, т. е. такие, у которых два верхних слоя имеют одну наследственность, а глубже лежащие слои — другую. У двудольных растений в развитии листа могут принимать участие не только три, но даже четыре слоя конуса нарастания. Поэтому возможны также триплохламидные химеры.

Широта каемки у химер может очень сильно варьировать. Эти вариации встречаются даже у разных форм одного вида. Мне попадались периклинальные химеры номидора с довольно широким белым краем, а также такие, у которых по краю листа была очень узкая белая каемка, не имеющая в поперечнике даже одного миллиметра.



Два листа пестролистного абутилона. Один из них — зеленый с белой каемкой и зелеными кончиками по краю, а другой — белый с зелеными кончиками

Это различие зависит от того, как велико участие лежащего под эпидермисом белого слоя в развитии ткани края листа.

В некоторых случаях встречаются химеры, у которых белая и зеленая ткань помещались местами: нормально зеленая ткань выходит на поверхность и одевает белую ткань, лежащую в глубине. Такое перераспределение тканей нередко у химер. Так, у герани с белоокаймленными листьями могут вырасти листья со светло-зеленой серединой, широко окаймленные темно-зеленой тканью. При анатомическом исследовании видно, что под эпидермисом лежит один или два слоя зеленой ткани, остальное же содержимое листа состоит из белой ткани.

Если у растения зеленый только эпидермис, а все остальные ткани белые, то по краю белого листа иногда появляется узкая зеленая каемка; ее клетки — это потомки зеленых клеток самого верхнего слоя листа. Этот слой только изредка и в незначительной сте-

пени участвует в построении края листа у двудольных растений; у однодольных вся ткань края листа очень часто строится за счет этого слоя.

Особенно нарядный вид имеют листья, у которых матово-зеленая середина окаймлена белой тканью, а узенькая каемка или отдельные зубчики снова совершенно зеленые. Таким образом, мы получаем на листе три разных области: матово-зеленую, белую и ярко-зеленую. Такое строение возникает у химер, эпидермис которых зеленый, ткань, лежащая под эпидермисом, белая, а ниже лежащие ткани снова зеленые. Слой, непосредственно находящийся под эпидермисом, дает край листа; зеленый эпидермис также участвует в образовании этого края, но только в самых кончиках листа, и тогда эти кончики также оказываются зелеными. Половые клетки у растений возникают из слоя, лежащего под эпидермисом. Поэтому потомство химер наследует свойства этого слоя.

Очень часто белые и зеленые ткани у химер «мирно» уживаются между собой, и листья химер построены совершенно правильно. Это бывает тогда, когда белые и зеленые ткани развиты одинаково хорошо. Необходимо учитывать, что белые ткани не способны усваивать углекислый газ воздуха из-за отсутствия в них хлорофилла. Поэтому они являются паразитическими, так как питаются за счет того углекислого газа, который ассимилируется зелеными тканями. Несмотря на это, они снабжаются зелеными тканями нередко настолько хорошо, что никакой дисгармонии развития не возникает.

Бывают, однако, и такие случаи, когда белая ткань подавлена в развитии. Возможно, это зависит не от того, что зеленые ткани обладают какой-то способностью скупо отпускать питательные вещества своему паразитическому соседу, а от того, что наряду с утратой способности образовывать хлорофилл, мутация привела и к какому-то другому дефекту в белой ткани. Так или иначе, но если белая ткань развита хуже зеленой, то листья получаются уродливыми. Я видел листья подорожника с белой каймой, которые изгибались ложечкообразно вверх и середина их была вся покрыта глубокими морщинами вследствие того, что зеленая ткань как бы выпирала из своей жесткой узкой «перчатки» белой ткани.

Чрезвычайно редки случаи, когда белая ткань развивается лучше, чем зеленая. Я знаю три таких факта, два из которых описаны Е. Кюстером — замечательным исследователем пестролистности. Один из этих случаев относится к хорошо известной декоративной форме, принадлежащей к роду слив (*Prunus pissarti*), у которой зубцы белой ткани по краю листа разрастаются гораздо лучше, чем зеленая ткань в середине. Другой случай, описанный тем же ученым, это пестролистная форма мяты. И, наконец, третий случай мне удалось обнаружить во время прогулок в окрестностях Симферополя. Я встретил один экземпляр дурнишника (*Xanthium strumarium*), все листья которого были мраморно-светло-зелеными, причем оказалось, что светло-зеленые участки растут лучше нормально зеленых. Явление это парадоксальное, так как пораженные ткани не усваивают из воздуха углекислый газ и являются паразитическими. Следовательно, в данном случае мутация не только

не уменьшила жизнеспособности ткани, но даже позволила ей конкурировать с нормальными зелеными тканями.

РИСУНОК ЛИСТА И ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

Рисунок листа, обусловленный сочетаниями клеток, ядра которых утратили способность обеспечивать развитие хлорофилла, и клеток с нормальными ядрами, или, например, рисунок листа, возникающий в результате соединения зеленых, белых и желтых пластид и их рассортировки, — все это частные случаи. Однако и в них отражаются общие закономерности живой природы. Изучение того, как возникает каемка листа, помогло понять, из каких слоев зародышевой ткани и как развивается лист.

Соматические мутации наблюдаются не только при пестролистности и не только у растений, они встречаются также у животных и человека. Соматические мутации клеток, из которых образуются клетки крови, могут быть причиной тяжелых заболеваний, и вполне возможно, что некоторые виды злокачественных опухолей — результат соматических мутаций. Изучение мутаций отдельных клеток листа помогает нам понять и другие, более сложные и более важные случаи мутаций клеток тела.

Изучение пестролистных растений сыграло большую роль в понимании законов наследственности. Неспособность клеток развиваться хлорофилл может быть результатом мутаций разных генов, расположенных в разных участках различных хромосом. У одной кукурузы известны десятки генов, мутации которых нарушают правильное образование хлорофилла. С другой стороны, пестролистность может быть результатом мутации пластид или мутации других составных частей цитоплазмы. Наконец, изучение пестролистности у межвидовых гибридов показало нам, что этот признак может возникать в результате взаимодействия ядра и цитоплазмы. Зависимость наследования признака от многочисленных генов и их взаимодействия с цитоплазмой, с особой наглядностью обнаруженные при изучении пестролистности, имеют всеобщее значение для генетики.

Пестролистность сыграла немаловажную роль в изучении общепаразитических закономерностей и продолжает оставаться важной научной проблемой.

СОЛНЕЧНЫЕ ПЯТНА

Профессор С. Б. Пикельнер

Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга (Москва)

М. А. Лившиц

Кандидат физико-математических наук

*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР
(Московская обл.)*

Только теперь, через 350 лет после открытия солнечных пятен, начинает выясняться физическая картина этого явления, которое оказалось связанным с выходящим из-под фотосферы сильным магнитным полем. Чувствительные магнитографы позволили изучить структуру магнитного поля в пятнах, гигантские радиотелескопы обнаружили непосредственно над пятнами мощное радиоизлучение в сантиметровом диапазоне волн. Магнитные и радионаблюдения позволили авторам публикуемой статьи (совместно с В. Н. Обрядко) высказать интересную гипотезу, связывающую происхождение радиоисточников с образованием над пятнами своеобразных воронок, в которых горячий корональный газ опускается почти до самой поверхности Солнца. Для последовательности изложения вначале приводятся некоторые сведения о солнечной активности, более подробно уже излагавшиеся в нашем журнале.¹

В начале XVII века Галилео Галилей писал: «Повторные наблюдения, наконец, убедили меня, что пятна — реальные образования на поверхности самого Солнца, где они непрерывно возникают, а затем исчезают, одни за более короткий, иные — за более длинный промежуток времени. А вследствие вращения Солнца, которое происходит с периодом около одного лунного месяца, они увлекаются вокруг Солнца...». Установление связи изредка замечавшихся и ранее на диске светила темных образований с самим Солнцем и положило начало изучению пятен.

Телескоп позволяет различить темный овал — так называемую тень пятна, окруженную полутенью. Близ края тени появляются отдельные светлые струи, растекающиеся к периферии. Они образуют характерную волокнистую структуру полутени (рис. 1). Пятно выделяется на диске Солнца потому, что его температура (около 4300°K) на 1500°K ниже температуры окружающих слоев атмосферы. При этом поток лучистой энергии из пятна примерно в три раза меньше, чем из фотосферы. Спектр пятна похож

на спектр звезд, более холодных, чем Солнце; в нем усилены молекулярные полосы и некоторые линии «низкого возбуждения».

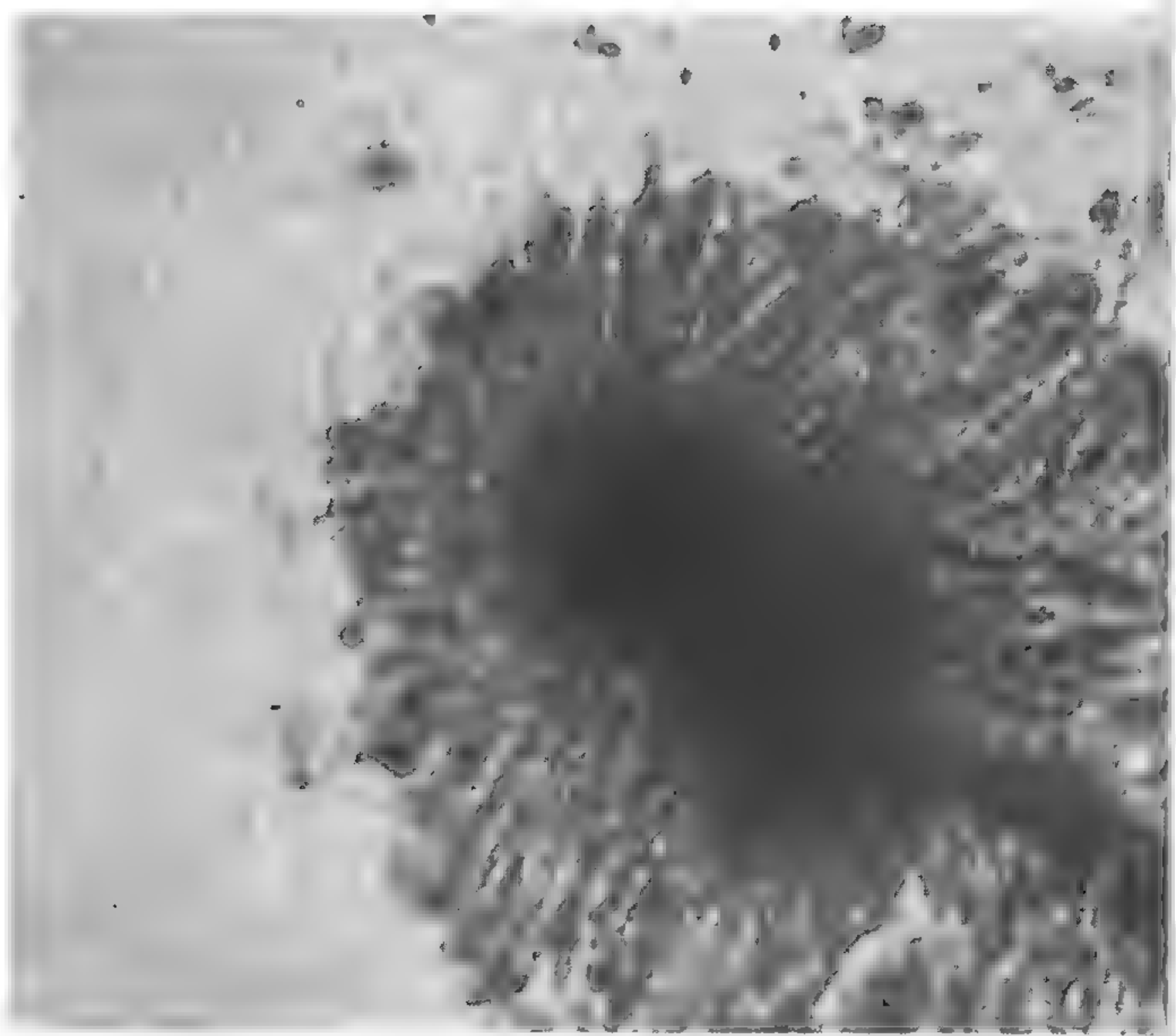


Рис. 1. Солнечное пятно

¹ См. «Природа», 1965, № 6, стр. 48.

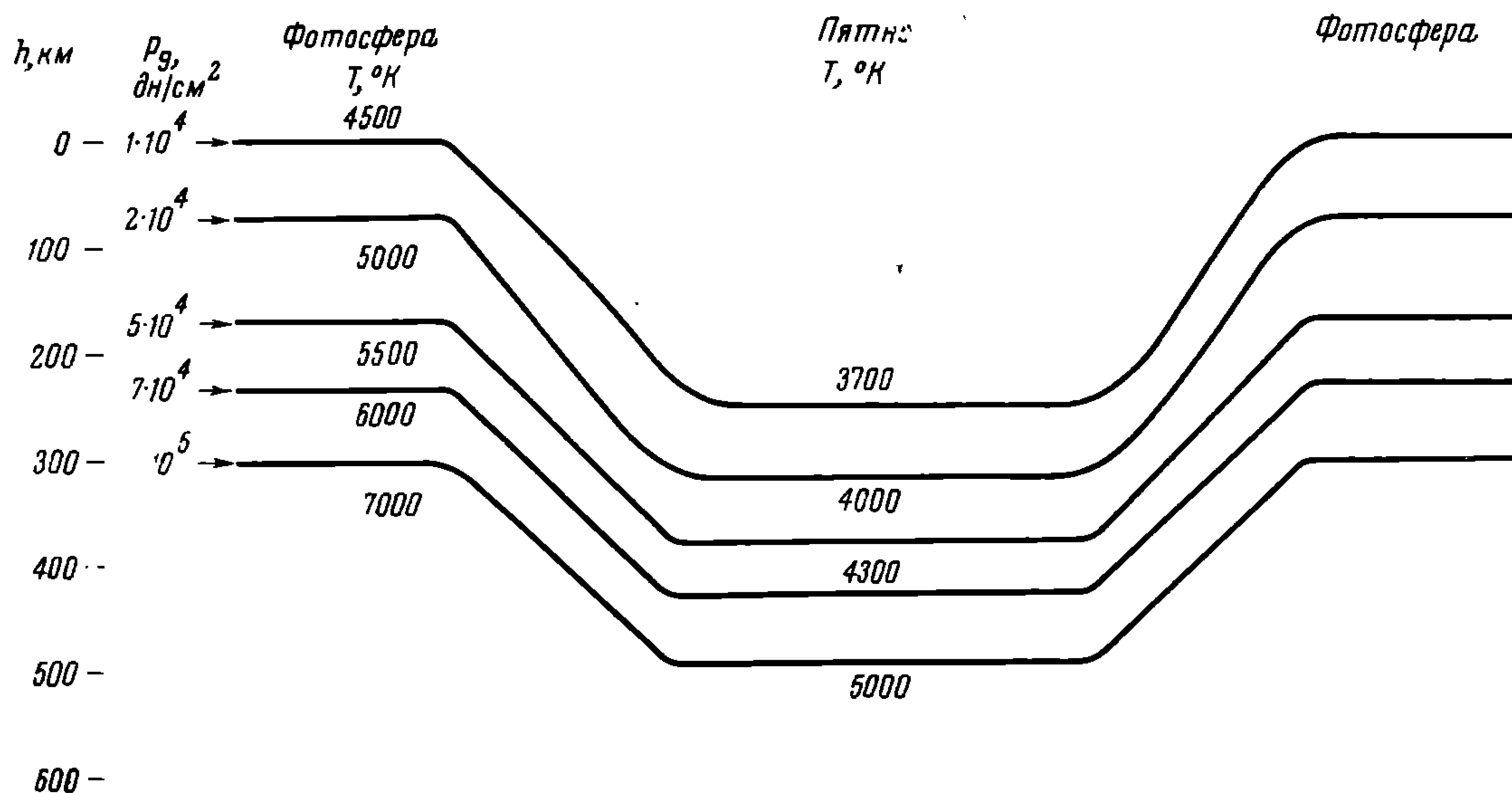


Рис. 2. Модель пятна. Проведены линии равного давления P_g и указано распределение температур в пятне и фотосфере

Уже относительно давно стало известно, что в полутени происходит движение газа от центра к периферии. Это было установлено по доплеровскому смещению спектральных линий в спектре полутени. Подобным приемом широко пользуются в астрономии: если излучающее тело приближается к наблюдателю, спектральные линии смещаются к фиолетовому краю спектра, если же удаляется — к красному. Однако истинная картина оказалась значительно сложнее. Современные наблюдения показали, что движение газа от тени к периферии происходит лишь в ярких, сравнительно горячих волокнах полутени. В более холодных промежутках между этими волокнами газ движется в обратном направлении — от периферии к центру. Скорость движения газа растет с высотой.

Вместе с вращением Солнца перемещается и пятно. Когда оно находится в центре солнечного диска, луч зрения перпендикулярен к его поверхности и просматриваются более глубокие слои. Когда пятно видно на краю диска, луч зрения идет наклонно и удается наблюдать главным образом поверхностные слои. Поэтому по яркости пятна на краю диска можно вычислить температуру верхних слоев, а более глубоких — по яркости его в центре диска. Для того чтобы выразить глубину слоев в километрах, нужно знать степень непрозрачности вещества в пятне, его коэффициент поглощения, ко-

торый в свою очередь зависит от плотности газа.

Насколько глубоко пятно — оставалось загадкой до самого последнего времени. По различным данным, его глубина составляла от 300 до 3000 км. Современные исследования спектра показали, что непрозрачность газа в пятне не должна сильно отличаться от непрозрачности фотосферы; это дает основание полагать, что протяженность их по глубине близка и составляет 300—400 км. Модель пятна — распределение температуры и плотности газа с глубиной — представлена схематически на рис. 2.

Магнитные поля на всем солнечном диске невелики и только в отдельных местах, как раз совпадающих с темными пятнами, достигают громадных величин. Иногда пятна даже называют «магнитными островами» на Солнце.

Поле обнаруживается по эффекту Зеемана — т. е. по расщеплению спектральных линий на ряд компонент. Чем больше напряженность магнитного поля, тем дальше один от другого расходятся эти компоненты. Систематическое исследование данного эффекта началось с 1908 г. Напряженность поля оказалась 2000—4000 э. В 1965 г. в Крымской астрофизической обсерватории и в Институте земного магнетизма были построены и применены специальные солнечные магнитографы, позволяющие измерять не только

величину вектора напряженности, но и его направление. Эти измерения показали, что в центре пятна поле вертикально, но при удалении от центра угол с вертикалью быстро растет, достигая на краю тени $60-80^\circ$, а в полутени и вне пятна поле становится практически горизонтальным (рис. 3). В полутени направление силовых линий и волокон почти совпадает, так что газ в волокнах движется вдоль силовых линий. Пятна обычно встречаются группами. Выходящие из одного пятна силовые линии возвращаются обратно к поверхности через другие пятна данной группы или через окружающую их активную область.

Структура поля пятна объясняется сравнительно просто. В электропроводящей среде, такой, как частично ионизованный газ Солнца, магнитные силовые линии связаны с веществом, они движутся вместе. Это свойство называется вмороженностью силовых линий в газ. В то же время силовые линии обладают упругостью, они стремятся выпрямиться и расширяться и потому оказывают давление на газ. В глубине собственное давление газа велико и силовые линии сжаты. Выше фотосферы газ разрежен, давление его меньше давления магнитного поля, и потому силовая трубка, выходя на поверхность, сильно расширяется, как показано на рис. 3. Из-за такого резкого расширения напряженность поля быстро убывает с высотой. Это подтверждается измерениями эффекта Зеемана в центральных частях линий водорода H_β , H_α , которые образуются на высоте $1000-2000$ км над фотосферой.

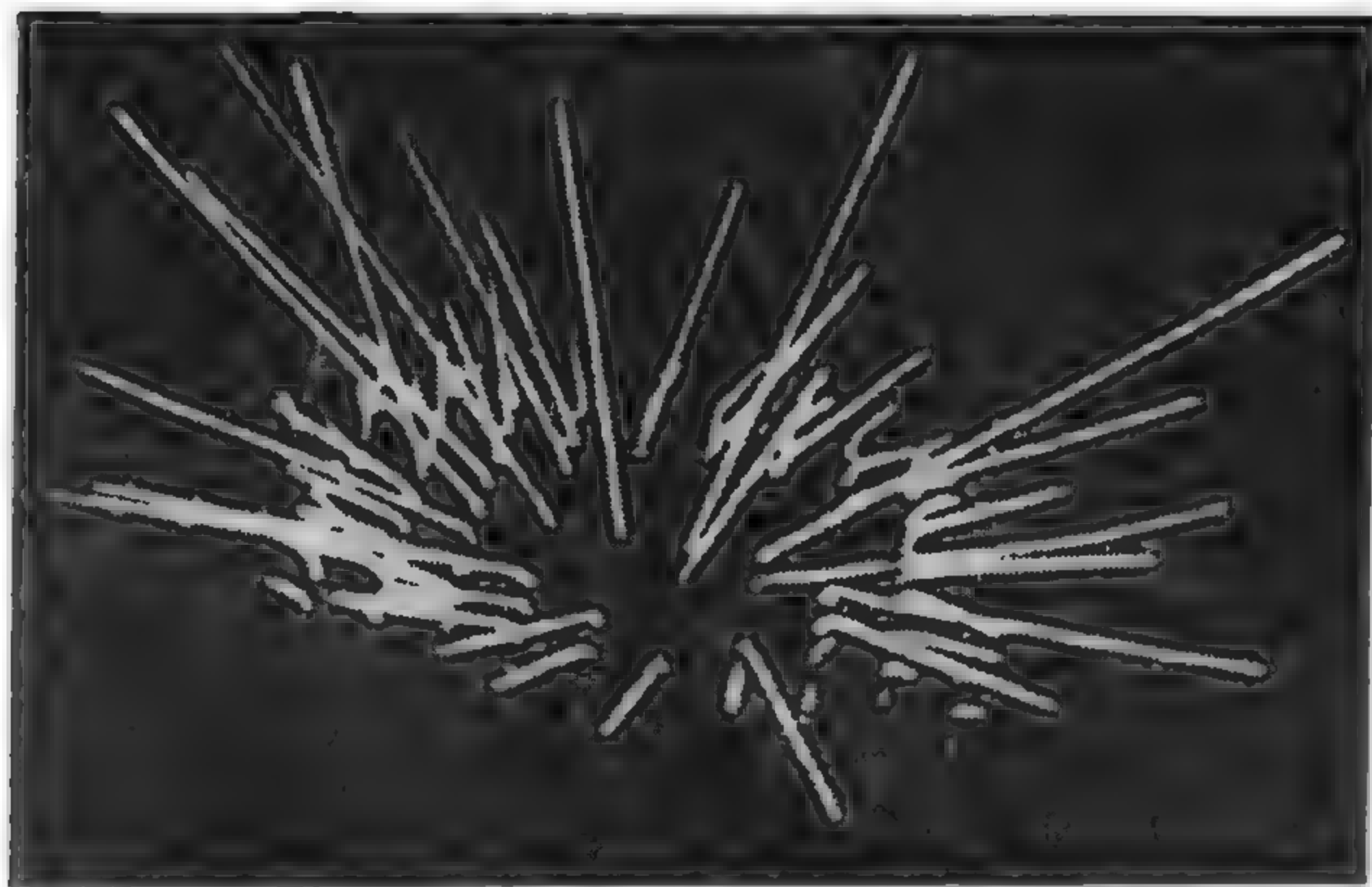


Рис. 3. Магнитное поле пятна (по А. Б. Северному). Видны наклон силовых линий в полутени и вероятная жгутобразная структура поля. Движение газа направлено вдоль этих силовых линий

Напряженность поля на этой высоте в 2—3 раза меньше, чем в фотосферных слоях пятна.

До сих пор описывалась как бы усредненная картина пятна и его поля. Однако на лучших фотографиях, полученных или в специально выбранные моменты очень спокойной атмосферы Земли, или из стратосферы, где воздух значительно меньше влияет на прохождение света, видно, что вся полутень состоит из волокон толщиной около 1500 км, хотя встречаются и значительно более узкие. В тени пятна тоже обнаружены отдельные яркие точки размером около 300 км. Они сохраняются в течение $15-30$ мин. Магнитные измерения также показали, что поле пятна нерегулярно, в нем имеется множество максимумов и минимумов. Возможно, что силовые линии вообще сосредоточены преимущественно в отдельных жгутах (см. рис. 3). Мы вернемся к этой структуре после того, как рассмотрим вопрос о причине низкой температуры пятна. Для этого надо ясно представлять себе общий механизм переноса энергии.

Солнце непрерывно излучает энергию в окружающее пространство. Излучение поддерживается ядерной энергией, выделяющейся в центральной области. Эта энергия переносится излучением от центра Солнца к периферии, кванты возникают и поглощаются, постепенно просачиваясь наружу. Однако на расстоянии $0,7-0,8$ радиуса от центра Солнца, где ионизация гелия и водорода уже неполная, основным становится не лучистый перенос энергии, а конвекция. Начиная от этого уровня и почти до самой фотосферы происходит перемешивание газовых масс под действием идущего снизу тепла, подобно тому как это имеет место в нагреваемом снизу сосуде с водой. Поднимающиеся даже с малой скоростью массы газа переносят тепло более эффективно, чем радиация, так как в глубоких слоях газ непрозрачен и кванты просачиваются медленно. Только под сравнительно прозрачной фотосферой лучистый перенос опять становится доминирующим.

В основании конвективной зоны скорость крупномасштабных движений мала, она постепенно растет, достигая почти 2 км/сек в верхних слоях. Масштабы движущихся масс тоже меняются с высотой: внизу размеры конвективных ячеек достигают $0,1$ радиуса Солнца, далее они становятся все меньше, и в непосредственной близости от

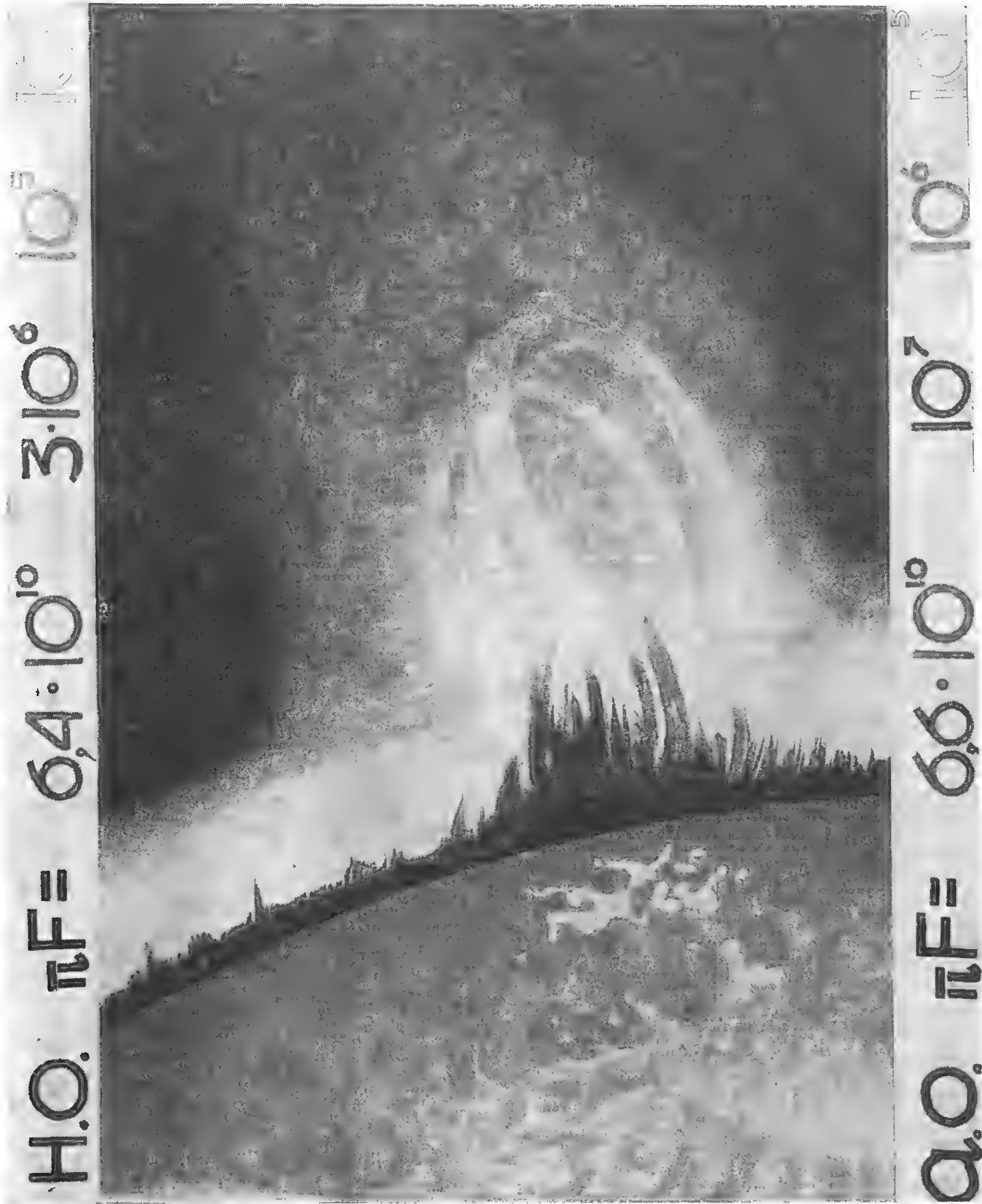


Рис. 4. Разрез, показывающий различные уровни активной области на Солнце. Указаны потоки энергии (в $\text{эрг} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$) около Солнца, выходящие из фотосферы, хромосферы, области перехода к короне и собственно короны в активных (а. о.) и невозмущенных (н. о.) областях

фотосферы ячейки имеют размеры от 2000 до 300 км и меньше. Следы этих ячеек видны на поверхности Солнца в виде грануляции — ярких пятнышек с темными промежутками между ними.

Движения газа на границе конвективной зоны создают сжатия и разрежения, которые распространяются в виде звуковых волн низкой частоты. Эти волны переносят некоторую долю энергии из конвективных слоев в атмосферу Солнца. Там эта энергия превращается в тепло и нагревает хромосферу и корону. Поскольку плотность хромосферы падает с высотой, а разреженный газ дает слабое излучение, то происходит накопление энергии и нагревание верхней части хромосферы до $10\,000^\circ$ и выше. Крайне разреженная корона нагревается до температуры порядка $1\,000\,000^\circ$. Хромосфера и корона излучают мало энергии (см. цифры на рис. 4). Но так как излучение горячего газа сосредоточено в ультрафиолетовой и даже рентгеновской области спектра, оно оказывает существенное влияние на верхние слои земной атмосферы, образует ионосферу.

Рассмотрим теперь, как влияет магнитное поле на движение газа в конвективных ячейках. Вмороженные в газ силовые линии увлекаются, искривляются и запутываются. Поскольку эти линии упруги, они сопротивляются деформации и могут даже остановить движение, если энергия поля больше кинетической энергии газа. Поле в несколько десятков эрстед, наблюдаемое в активных областях, окружающих пятна, не может остановить конвекцию — его энергия недостаточна для этого. Однако оно тормозит более мелкие турбулентные движения, скорость которых существенно меньше скорости основных движений. Турбулентные движения обычно создают трение между потоками больших масштабов, как бы связывают их. Подавление турбулентности магнитными силами уменьшает трение, поэтому скорость конвекции увеличивается. При этом увеличивается и генерация звуковых волн, хромосфера и корона активной области нагреваются сильнее, светят ярче (рис. 4). Корона над нею делается более плотной, так как сильный поток волн может держать в нагретом состоянии более плотный газ.

При появлении пятен возникает и их магнитное поле, которое значительно сильнее поля активных областей. Поэтому оно гасит не только турбулентность, но и сами конвективные движения. При этом прекра-

щается конвективный перенос энергии и верхние слои оказываются значительно более холодными, чем окружающая фотосфера — вот почему это место солнечного диска темнее. Однако такой механизм не объясняет истинную температуру пятна, так как если допустить, что конвекция полностью отсутствует, то пятно должно бы быть намного холоднее, чем оно есть в действительности. В связи с этим вопрос об остановке конвекции следует рассмотреть более детально.

Конвективные ячейки верхнего яруса порождают, как уже говорилось, грануляцию. Ранние наблюдения показывали отсутствие в пятнах гранул обычного типа. Однако в 1959—1960 гг. все же были открыты и изучены гранулы и в пятнах. Они оказались более мелкими (около 300 км), чем в фотосфере, а время их жизни — в несколько раз больше, чем у обычных. Очевидно, эти гранулы связаны с некоторой ослабленной, видоизмененной конвекцией, переносящей энергию, необходимую для нагрева пятна. Механизм такой конвекции пока не изучен¹. Видимо, движения там в основном

¹ Первая существенная работа выполнена недавно в Физическом институте АН СССР С. И. Сыроватским и Ю. Д. Жугждой.

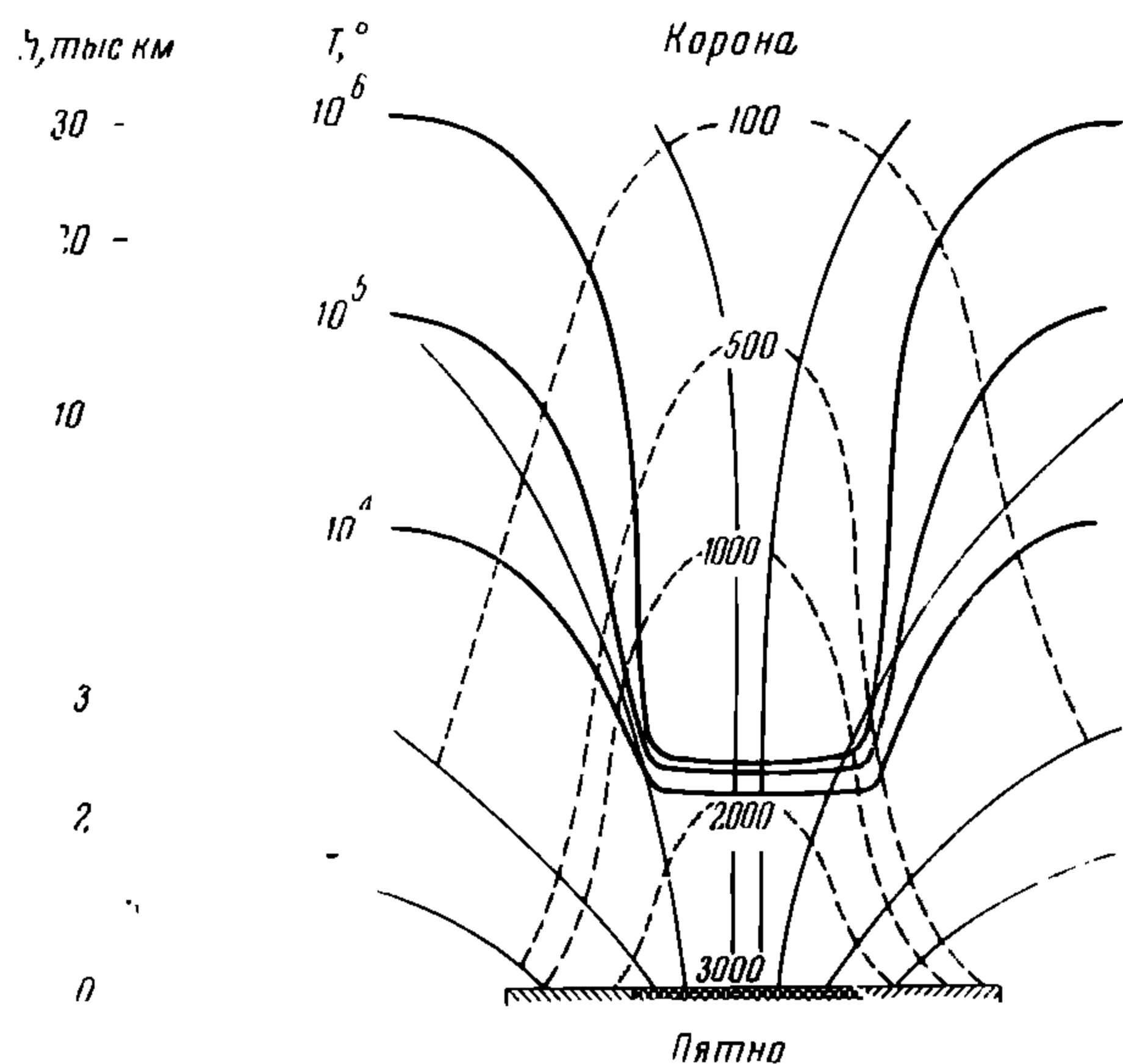


Рис. 5. Строение атмосферы над пятном. Тонкие линии — силовые линии поля, пунктир — линии равной напряженности (единица измерения — эрстед), толстые линии — изолинии температуры. Видно, что высокотемпературный корональный газ над пятном опускается до малых высот

вертикальные, лишь немного деформирующие силовые линии. Это может объяснить переменность тонкой структуры поля в пятнах, сжатия и расширения трубок силовых линий на отдельных участках. В полутени, где поле слабее и более наклонно, конвективные ячейки связаны, очевидно, с длинными светлыми волокнами. Газ в этих волокнах движется вдоль силовых линий ($v=1$ км/сек).

Несмотря на возможность слабой видоизмененной конвекции, магнитное поле все же существенно тормозит движения, и их энергия переходит в энергию волн. Только в сильном поле эти волны уже не звуковые, а магнитно-гидродинамические, они представляют собой распространяющиеся вместе с полем сжатия газа и колебания силовых линий. Генерация волн при наличии сильного поля происходит в более глубоких слоях, чем без поля, поэтому и период их колебаний больше, он соответствует медленным крупномасштабным движениям. В основном волны отражаются обратно в глубокие слои, но часть энергии выходит на поверхность. В сильном поле волны затухают слабо, поэтому хромосфера непосредственно над пятном почти не нагревается, энергия проходит вверх и волны затухают в более протяженной короне, которая должна быть сравнительно плотной и горячей (рис. 5), так как поток энергии, выходящей в корону из пятен, больше потока в обычной области.

Нагретый газ солнечной короны излучает радиоволны в дециметровом и метровом диапазонах. Над активными областями, где корона плотнее и горячее, радиоизлучение более мощное. Сама корональная конденсация появляется в связи с выбросами вещества из области пятен во время бурных процессов. Гигантские радиотелескопы, построенные в последние десять лет¹, позволили установить, что над каждым заметным пятном располагается мощный источник радиоизлучения с «температурой» $10^5 - 10^6$ градусов в сантиметровом диапазоне. Источник развивается практически одновременно с пятном, и размеры его интенсивно излучающей части совпадают с диаметром пятна.

Корона в сантиметровом диапазоне прозрачна и не может дать такого сильного излучения. Непрозрачность ей придает магнитное поле, в котором электроны вращаются по спирали с частотой, пропорциональной

¹ В частности, Большой пулковский радиотелескоп.

напряженности, и если частота волны равна частоте этого вращения либо превосходит ее в 2 или 3 раза, то поглощение резко увеличивается. Как и предполагалось, излучение над пятнами оказалось поляризованным по кругу и частота его соответствовала напряженности поля около 1000 э и более, а температура газа — порядка миллиона градусов (температура короны).

На поверхности пятна поле достигает 3000 э, но, как уже говорилось, оно быстро слабеет с высотой и в короне, начинающейся на высоте более 20 000 км, не может быть сильнее 100 э. Таким образом, поле с напряженностью 1000 э должно быть расположено много ближе к поверхности Солнца, на высоте 2—3 тыс. км. В связи с этим было сделано предположение, что над пятнами корона опускается значительно ниже, чем обычно, образуя как бы воронку, форма которой определяется силовыми линиями (рис. 5). Такая структура объясняется тем, что волны в сильном поле слабо затухают и практически не нагревают хромосферу. Чем холоднее газ, тем быстрее падает с высотой его плотность. Поэтому плотность хромосферы над пятном уменьшается до корональной плотности уже на высоте около 2000 км. Для нагрева расположенного выше разреженного газа достаточно энергии, приходящей сверху, из короны, за счет теплопроводности.

Описанная модель хорошо согласуется почти со всеми данными радиоастрономических измерений. Она объясняет спектр и сравнительно сильную радиальную направленность радиоизлучения. Однако некоторые измерения высот радиоисточников, правда, имеющие не очень большую точность, противоречили друг другу. Они давали высоты до 20—30 тыс. км и иногда слабую направленность. Последние же измерения показали, что наряду с высоко расположенными существует и множество низких радиоисточников, особенно выделяющихся в поляризованном свете. Существование низких источников согласуется с гипотезой, а сами источники представляют собой газ в основаниях воронок. Высокие же источники имеют другую природу. Они связаны либо с выбросом очень плотных облаков газа, либо с излучением очень быстрых частиц, генерируемых пятнами и дающих нетепловое излучение. Ведущиеся сейчас наблюдения должны внести ясность в вопрос о строении солнечной атмосферы над пятнами.

ЗАГАДКИ ГЛУБОКИХ НЕДР ЗЕМЛИ

Е. Н. Люстих

Доктор физико-математических наук

*Институт физики Земли АН СССР
(Москва)*

«Велико есть дело достигать во глубину земную разумом, куда рукам и оку достгнуть возбраняет натура; странствовать размышлениями в преисподней, проникать рассуждением сквозь тесные расселины и вечною ночью помраченные вещи и деяния выводить на солнечную ясность», — писал М. В. Ломоносов¹. С тех пор наука о Земле ушла далеко вперед. Она разбилась уже на целый ряд наук, которые изучают атмосферу, гидросферу, поверхность Земли и ее недра. Накоплено очень много данных, но тем не менее и сейчас еще недра нашей планеты задают ученым загадки, которые до сих пор не решены.

Уже давно известно, что земной шар состоит из трех главных частей, или «геосфер» (не считая атмосферы и гидросферы): из коры, мантии и ядра. Мы знаем, что своеобразие условий в недрах Земли создается очень высокой температурой (в нижней мантии и в ядре — до нескольких тысяч градусов) и огромным давлением, которое на границе ядра близко к $1\frac{1}{3}$, а в центре Земли превосходит $3\frac{1}{2}$ млн. атм. В ядре выделяют внешнее и внутреннее ядро. Внешнее — находится в жидком состоянии и мешает изучить внутреннее ядро. Но все же удалось обнаружить, что продольные сейсмические волны, доходя до внутреннего ядра, порождают в нем поперечные волны, которые, подойдя в каком-то другом месте к границе этого ядра изнутри, порождают во внешнем ядре опять продольные волны, уже доходящие до нас. Отсюда можно вывести заключение, что внутреннее ядро не жидкое, а твердое.

Чрезвычайно важно было узнать, в чем же заключается своеобразие условий в недрах Земли. Тепло и давление — вечные враги.

Их борьба не прекращается в самых глубоких недрах земного шара. Под влиянием огромного давления минералогический состав горной породы изменяется: ее атомы и молекулы перестраиваются, образуя кристаллы с более плотной упаковкой. Нагревание вызывает обратную перегруппировку атомов и молекул. Есть основания думать, что чрезвычайно высокое давление может перевести силикаты¹ в металлическое состояние. Это значит, что некоторые внешние электроны уйдут от своих атомов и станут свободно разгуливать по всему кристаллу —

¹ Силикаты — минералы, в состав которых входит кремнезем (SiO_2). Нет сомнения, что земная кора и мантия сложены в основном силикатами.



Разрез земного шара. Кора настолько тонка, что в этом масштабе ее изобразить невозможно

¹ М. В. Ломоносов. О слоях земных. Гостеолиздат, 1949, стр. 17.

они «обобществятся». Именно так ведут себя внешние электроны атомов в кристалле любого металла, поэтому металлизированный силикат должен приобрести многие физические свойства металла. По всей видимости, нагревание не только не препятствует, но может даже содействовать такому переходу.

Посмотрим теперь, какими сведениями располагают ученые о строении ядра, мантии и земной коры и чего мы еще не знаем.

ЗАГАДКИ ЗЕМНОГО ЯДРА

Почти сферическая поверхность ядра расположена на глубине около 2900 км, т. е. диаметр его близок к 7000 км. Ядро составляет почти 1/6 объема Земли и почти 1/3 ее массы. Диаметр внутреннего ядра, или субъядра, равен приблизительно 2500 км.

Из чего же состоит ядро? Вот первая загадка Земли. Некоторые физические свойства ядра мы знаем. Оно отделено от земной мантии отчетливой границей. Скорость продольных сейсмических волн при переходе из мантии в ядро уменьшается скачком на 40%, а поперечные волны сквозь ядро совсем не проходят. Плотность вещества возрастает на 60—75%. Все указывает на то, что вещество ядра обладает свойствами металла. Поэтому есть две гипотезы о составе земного ядра: по одной — оно сложено железом (вероятно, с некоторой примесью кремния), по другой — из того же силикатного вещества, что и мантия, но вещество это под влиянием огромного давления перешло в металлическое состояние.

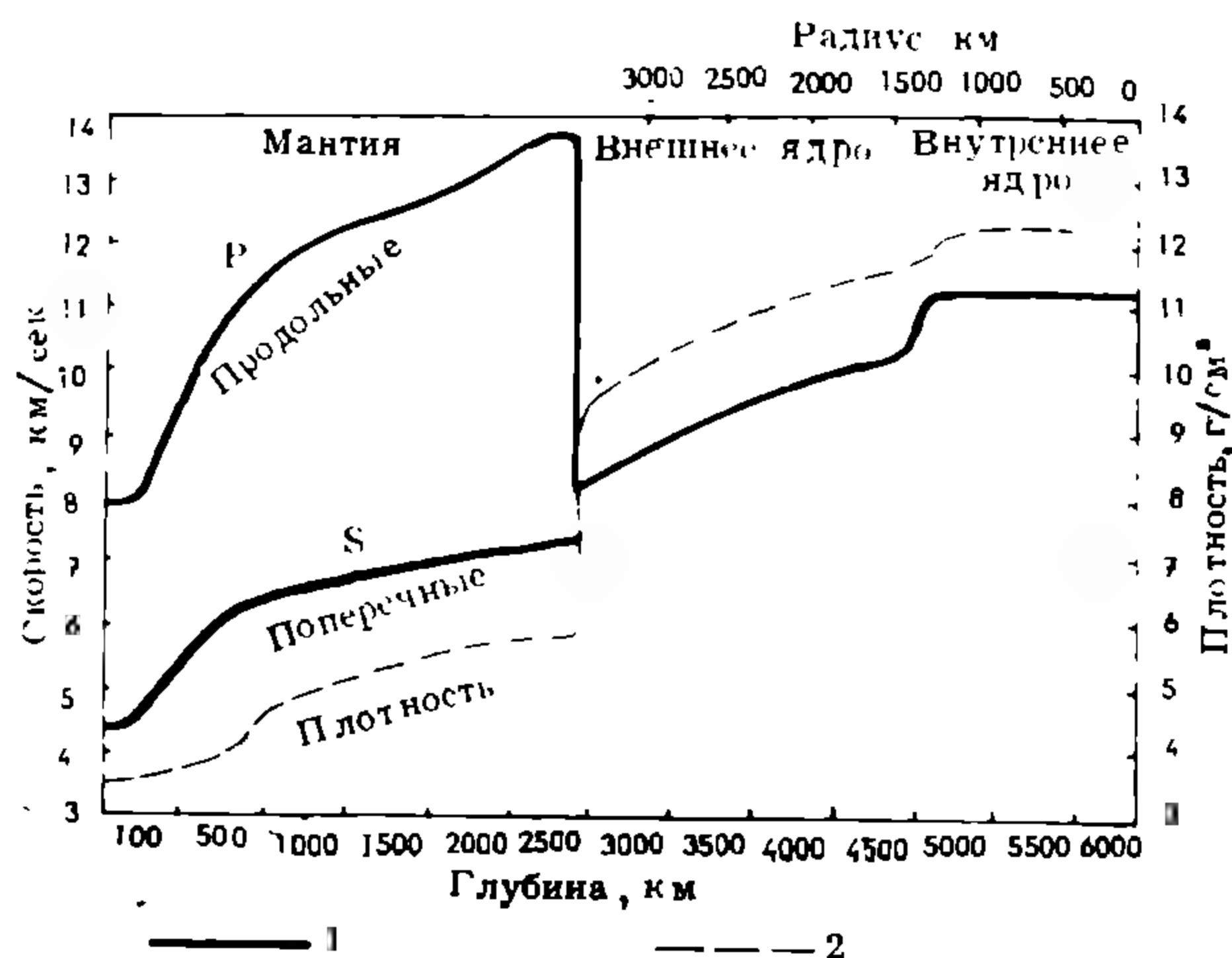
Гипотеза железного состава земного ядра была обоснована в начале XX в. немецким сейсмологом Э. Вихертом, обнаружившим существование самого ядра. Она опирается на тот факт, что на Землю падают железные и каменные метеориты. Долгое время считали, что метеориты — это обломки какой-то развалившейся планеты (ей даже и имя дали — Фазтон): каменные метеориты — обломки ее коры и мантии, железные — обломки ядра. Теперь ясно, что настоящая большая планета развалиться не может. Согласно новым взглядам, метеориты — это неиспользованные остатки того материала, из которого сложились планеты¹. Предполагается, что первоначально небольшие же-

лезные включения были равномерно рассеяны во всем теле Земли, но впоследствии, когда внутренность земного шара нагрелась и сделалась пластичной, тяжелые железные включения стали сползать сквозь каменный материал вниз, к центру, и, скопясь, постепенно образовали железное ядро. Правда, плотность в ядре возрастает от 9 с лишним t на 1 m^3 у его границы до 12 и больше — в центре, а плотность железа (при атмосферном давлении) — всего лишь 7,88 t/m^3 . Но нельзя забывать о громадном давлении, существующем в ядре. Опыты ударного сжатия¹ показали, что плотность железа, хотя бы и расплавленного, при таком давлении даже больше, чем нужно. Поэтому приходится предполагать наличие примеси более легкого материала, например кремния (до 20%). Если внешнее ядро железное, внутреннее — также железное, но внешнее ядро расплавлено, а внутреннее — нет. Объясняется это тем, что давление к центру ядра сильно повышается; с ним повышается и точка плавления, тогда как действительная температура по всему ядру почти одинакова.

У гипотезы железного ядра и сейчас много сторонников (например, Г. Джеффрис в Англии, В. Н. Жарков в СССР), однако она встречает и ряд возражений. Как мы уже говорили, масса ядра составляет почти треть массы Земли (31,5%), а доля железа в общей массе падающих метеоритов в несколько раз меньше. Приходится думать, что земной шар образовался из метеоритов другого состава, не таких, какие падают сейчас. Но тогда нельзя уже ссылаться на современные метеориты как на доказательство железного состава ядра. Кроме того, Луна, надо полагать, сложена тем же материалом, что и Земля. Однако малая средняя плотность Луны (3,33 t/m^3) с несомненностью говорит об отсутствии на Луне металлического железа или его незначительном количестве. Далее, расчет показывает, что мелкие железные включения в твердой пластичной земной мантии опускались бы слишком медленно и для образования ядра потребовались бы десятки миллиардов лет, а возраст Земли не может быть больше пяти миллиардов лет. Ядро могло бы образоваться быстро в расплавленной Земле, но можно доказать убе-

¹ Вполне возможно, что метеориты в космосе (до падения на Землю их называют метеорными телами) — это обломки мелких планет — астероидов, которые сталкивались и дробились на куски.

¹ Ударное сжатие — сжатие ударной волной от взрыва (для этого достаточен небольшой безопасный взрыв). Только таким способом сейчас можно получить давление в миллионы атмосфер, да и то лишь на очень короткое мгновение.



Скорости сейсмических волн (1) и плотность (2) внутри Земли. Характер поведения кривых скоростей сейсмических волн служит главным основанием для подразделения мантии на зоны по глубине

дательными вычислениями, что она расплавленной никогда не была. Самое большее, что можно предполагать, — это расплавление на глубинах примерно от 200 до 900 км, и то, вероятно, не полное расплавление, а только частичное выплавление более легкоплавких фракций.

Трудно объяснить также, почему внешнее ядро расплавлено. Правда, мы не можем еще экспериментально измерить температуру плавления железа при давлении в полтора миллиона атмосфер и больше. Ее приходится вычислять теоретически, так же, как и температуру плавления вещества мантии на границе с ядром. По расчетам В. Н. Жаркова, и для железа и для мантии точка плавления должна быть немного больше 4000°C (не очень точно). Можно допустить, что для мантии она все-таки выше, чем для железа с примесью кремния. Но здесь мы наталкиваемся еще на два затруднения. Во-первых, недра Земли все время нагреваются теплом, возникающим при распаде радиоактивных элементов. Приходится считать, что по странному совпадению мы живем как раз в ту геологически очень короткую эпоху, когда температура на границе ядра и мантии перешла уже точку плавления ядра, но не дошла еще до точки плавления мантии. Значит, ядро расплавилось совсем недавно. Между тем, по современным воззрениям, для существования магнитного поля Земли необходимо жидкое внешнее ядро, а магнитное поле существует уже по крайней мере миллиард,

а вероятнее всего, несколько миллиардов лет. Во-вторых, по законам геохимии, железо, уходя из мантии в ядро, не могло захватить с собой радиоактивных элементов; они все остались в мантии. Их практически нет и в железных метеоритах. Поэтому мантия нагревалась быстрее ядра, и оно должно быть заметно холоднее мантии. А в таком случае уж совсем трудно объяснить, почему ядро расплавилось, а мантия нет. И опять-таки, теория происхождения магнитного поля Земли требует, чтобы тепло уходило из ядра в мантию, а не наоборот.

Гипотеза силикатного ядра с этими трудностями не встречается. Она основывается на следующем: температура плавления силикатных минералов, перешедших в металлическое состояние, должна быть примерно вдвое меньше, чем температура плавления железа при том же давлении. Вместе с тем радиоактивные вещества остаются в ядре, и оно может нагреваться не меньше, чем мантия. Электропроводность металлизированных силикатов такая же большая, как и у настоящих металлов, поэтому теория магнитного поля Земли вполне применима и к силикатному ядру. Если ядро — силикатное, то оно возникло в ту пору, когда Земля еще продолжала расти за счет сыпавшихся на нее метеоритов. Теоретические вычисления показывают: как только давление в центре Земли достигло критической величины, сразу же образовалось ядро. Это была величайшая катастрофа в истории планеты. Объем части земного шара, ставшей ядром, сразу уменьшился, и все, что было выше, «провалилось» к центру. Наружная поверхность Земли сжалась, на ней, надо думать, возникли складки — первичные горы, от которых сейчас не осталось и следа. Все это, конечно, сопровождалось землетрясениями такой силы, какой мы себе сейчас даже представить не можем: разломами, вспучиваниями, провалами и всякими иными титаническими движениями гигантских каменных глыб. Затем ядро росло уже медленно — росло, пока росла Земля, питаясь метеоритами.

Внутреннее ядро может состоять из того же металлизированного силиката, что и внешнее, а может быть и железным. Оно очень невелико, и на него хватило бы того железа, которое могло выделиться из внешнего ядра. В расплавленном внешнем ядре железные включения могли потонуть достаточно быстро.

Идею силикатного ядра предложил в 1939 г. советский ученый В. Н. Лодочников, а через десять лет англичанин В. Х. Рамзей обосновал ее примерными расчетами. Эта гипотеза сначала привлекла большое число сторонников, но в последние годы многие снова вернулись к гипотезе железного ядра. Возникли очень большие сомнения в возможности металлизации силикатов при давлении 1,3—1,4 Мбар¹, какое существует на границе ядра. Теоретические вычисления для целого ряда химических элементов и простых соединений (для сложных расчет пока невозможен) показали, что такие фазовые превращения в большинстве случаев должны происходить при давлениях в десятки или даже сотни мегабар. Были подвергнуты ударному сжатию горные породы, которые, по мнению многих исследователей, слагают мантию Земли. Ни в одной породе не произошла металлизация, хотя достигались давления, существующие в земном ядре. Все же эти результаты не ставят крест на гипотезе силикатного ядра. Существуют ведь химические элементы и соединения, для которых металлизация наблюдалась экспериментально и, кстати, при давлениях гораздо более низких. Кроме того, опыты показывают, что такой фазовый переход совершается медленно. Поэтому, если при ударном сжатии он не успел произойти, то это еще не доказывает, что он не может произойти вообще.

Таким образом, вопрос о составе земного ядра остается открытым. По-видимому, больше надежды, что будут устранены возражения против силикатного ядра.

ЗАГАДКИ МАНТИИ

О составе земной мантии и коры судить легче, в качестве отправной точки можно взять известный нам состав изверженных горных пород. Однако эти породы неодинаковы. Главное различие заключается в количестве кремнезема². С уменьшением доли кремнезема возрастает доля окислов железа и магния.

¹ 1 Мбар — мегабар — составляет около миллиона атмосфер.

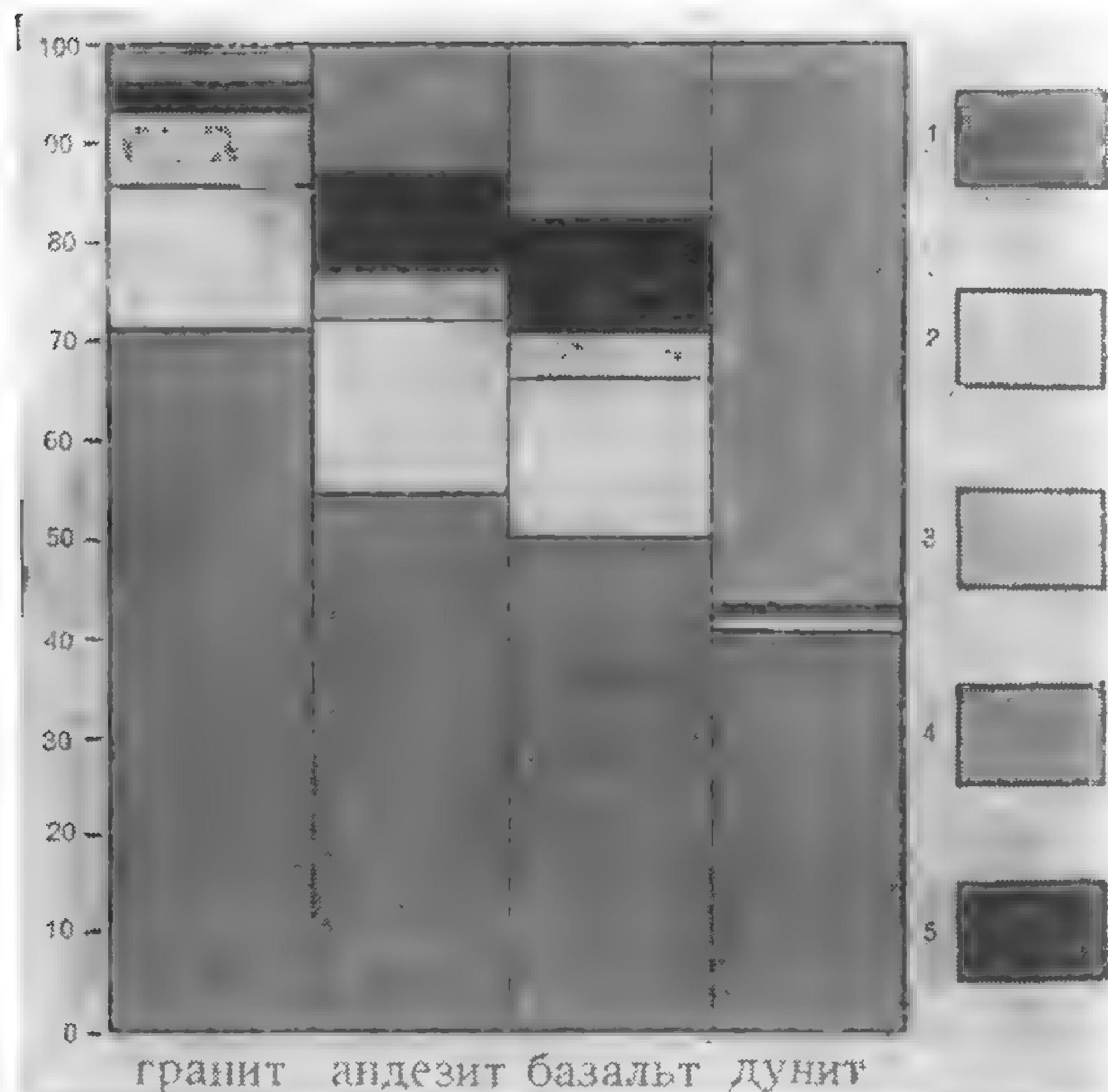
² Породы, содержащие 65—70% кремнезема, называются кислыми (пример: гранит, 70% SiO₂), 55—65% — средними (андезит, 60% SiO₂), 47—55% — основными (базальт, 50% SiO₂) и 40—47% — ультраосновными (дунит, 40% SiO₂).

Для выяснения состава коры и мантии много сделал советский ученый В. А. Магницкий, но еще есть вопросы, до сих пор не решенные.

Надо сказать, что название «мантия» не очень удачно. Оно больше подходит к земной коре, которая тонка и смята в складки; мы же называем мантией собственно тело Земли, ее основную массу. Одно время у нас в СССР земную мантию стали даже называть «оболочкой», что еще менее удобно. Мы знаем водную, воздушную и другие оболочки Земли, к тому же слово «оболочка» связывается обычно с чем-то тонким. Между тем толщина мантии — 2900 км, ее объем — 5/6 объема Земли и масса составляет 2/3 массы Земли.

Мантию разделяют обычно на три слоя, обозначая их латинскими буквами (сверху вниз) *B*, *C*, *D*. (Буква *A* присвоена земной коре.) Слой *C* иногда называют слоем Голицына, по имени впервые обнаружившего его русского ученого Б. Б. Голицына, основателя современной научной сейсмологии. Слои *B* и *C* вместе составляют верхнюю мантию, а слой *D* — нижнюю. Нижняя мантия толщиной в 2000 км занимает пространство от глубины 900 км и до поверхности ядра, а средняя плотность ее близка к 5 т/м³. Действительная плотность возрастает с глубиной от плотности, близкой вверху к 4,5 т/м³, до 5,7 т/м³ — у границы ядра. Есть основания думать, что это вызвано упругим сжатием вещества под действием давления, которое на этом интервале глубин увеличивается в несколько раз. Поэтому можно допустить, что вся нижняя мантия однородна по составу.

Верхняя мантия построена сложнее. В слое Голицына, залегающем между 400 и 900 км, плотность и скорости сейсмических волн с глубиной растут так сильно, что это уже нельзя объяснить одним только упругим сжатием вещества. Приходится предполагать, что с глубиной доля более тяжелых минералов возрастает. Такое на первый взгляд однозначное решение приводит нас к двум принципиально различным возможностям. Проще всего допустить, что одновременно с минералогическим меняется и химический состав. Например, вверху преобладают силикаты, содержащие магний, а ниже главная роль постепенно переходит к более тяжелым силикатам, содержащим железо (магний и железо легко заменяют друг друга в минералах). В этом случае изменения давления и температуры, в тех пределах, какие можно предполагать, не могут



Химический состав некоторых типичных изверженных пород (без воды): SiO_2 (1); Al_2O_3 (2); $\text{N}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ (3); $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MgO}$ (4); прочие окислы (5). В тех породах, где меньше SiO_2 , увеличивается доля окислов железа и магния (в дуните их более 50%)

вывести верхнюю мантию из равновесия. Если, скажем, какой-то объем в нижней части слоя Голицына сильно нагреется, он станет легче соседних участков, но не легче слоев, лежащих выше; для восстановления равновесия достаточно, чтобы этот расширившийся объем только немного сдвинулся кверху.

Другая возможность изменения минералогического состава — это перекристаллизация за счет давления. Сейчас все больше исследователей склоняется в сторону этого варианта. Повышенное давление в глубоких недрах должно привести к образованию кристаллов с более плотной упаковкой, а следовательно, и более тяжелых. Мантия, очевидно, состоит из смеси минералов, а разные минералы перекристаллизуются на разных уровнях, поэтому нарастание плотности не наблюдается скачком на каком-то одном уровне, а как бы «размазывается» на весь слой Голицына. Тогда химический состав оказывается одинаковым по всей мантии сверху донизу. Местные изменения температуры и давления в подобных условиях могут приводить к гораздо более мощным движениям в мантии. Допустим, что какой-то участок

в нижней части слоя Голицына нагрелся. В этом случае часть минералов должна перейти в более «рыхлую» модификацию, и плотность нагретого объема упадет гораздо сильнее, чем она упала бы от обычного теплового расширения. Нагретый участок начнет всплывать кверху. Может показаться странным, что мы говорим о всплывании в твердом веществе. Однако при достаточной величине нагретой массы сила всплывания будет так велика, что никакое самое прочное окружение не сможет удержать эту массу от движения вверх¹.

Сместившись вверх, нагретая материя попадет в условия меньшего давления, а это заставит еще часть минералов перейти в менее плотную фазу. Следовательно, возможно безостановочное движение нагретой массы через весь слой Голицына. Таким же образом охладившаяся масса может идти безостановочно сверху вниз. Открывается возможность для гипотезы об охвате всей мантии конвекцией, т. е. мощными потоками теплового перемешивания. Она предложена для обоснования гипотезы континентального дрейфа, или перемещения материков. Некоторая часть исследователей, особенно за рубежом, очень увлечена обеими гипотезами, однако серьезных доводов в их пользу пока еще слишком мало, а серьезных возражений много.

Следует заметить, что обе рассмотренные причины быстрого роста плотности с глубиной в слое Голицына не исключают друг друга: наряду с перестройкой кристаллических решеток может изменяться и химический состав материала верхней мантии. Если дело обстоит действительно так, то конвекция в этом слое невозможна.

Таким образом, пока природа слоя Голицына остается для нас загадкой. Можно только добавить, что, не зная ничего о текучести этого слоя, мы наблюдаем факты, подтверждающие его прочность, а именно землетрясения Тихоокеанского тектонического кольца, очаги которых отмечаются на глубинах до 700 км. Такие глубокофокусные землетрясения свидетельствуют, что в слое Голицына происходят какие-то движе-

¹ Большая разность давлений может заставить течь любой материал. Американский физик П. Бриджмен, конструировавший аппаратуру для больших давлений, жаловался, что, когда он перешел к давлению в десятки тысяч атмосфер, лучшая сталь выдавливалась через все щели, как сливочное масло.

ния и временами накапливаются сильные механические напряжения.

Между земной корой и слоем Голицына располагается слой, или зона, *B*. Это — самая близкая к нам часть мантии; она легче поддается физическому исследованию. Мы можем изучать прохождение сейсмических волн сквозь эту зону, не дожидаясь землетрясений — достаточно сравнительно небольших искусственных взрывов. Измеряя естественные электрические токи в Земле, можно определить электропроводность различных слоев зоны *B*, а по электропроводности судить о температуре и т. д. Несомненно, лава многих вулканов идет из верхней части зоны *B* — очевидно, она зарождается в ней, если не глубже. Однако даже о самых верхах мантии мы знаем еще далеко не все.

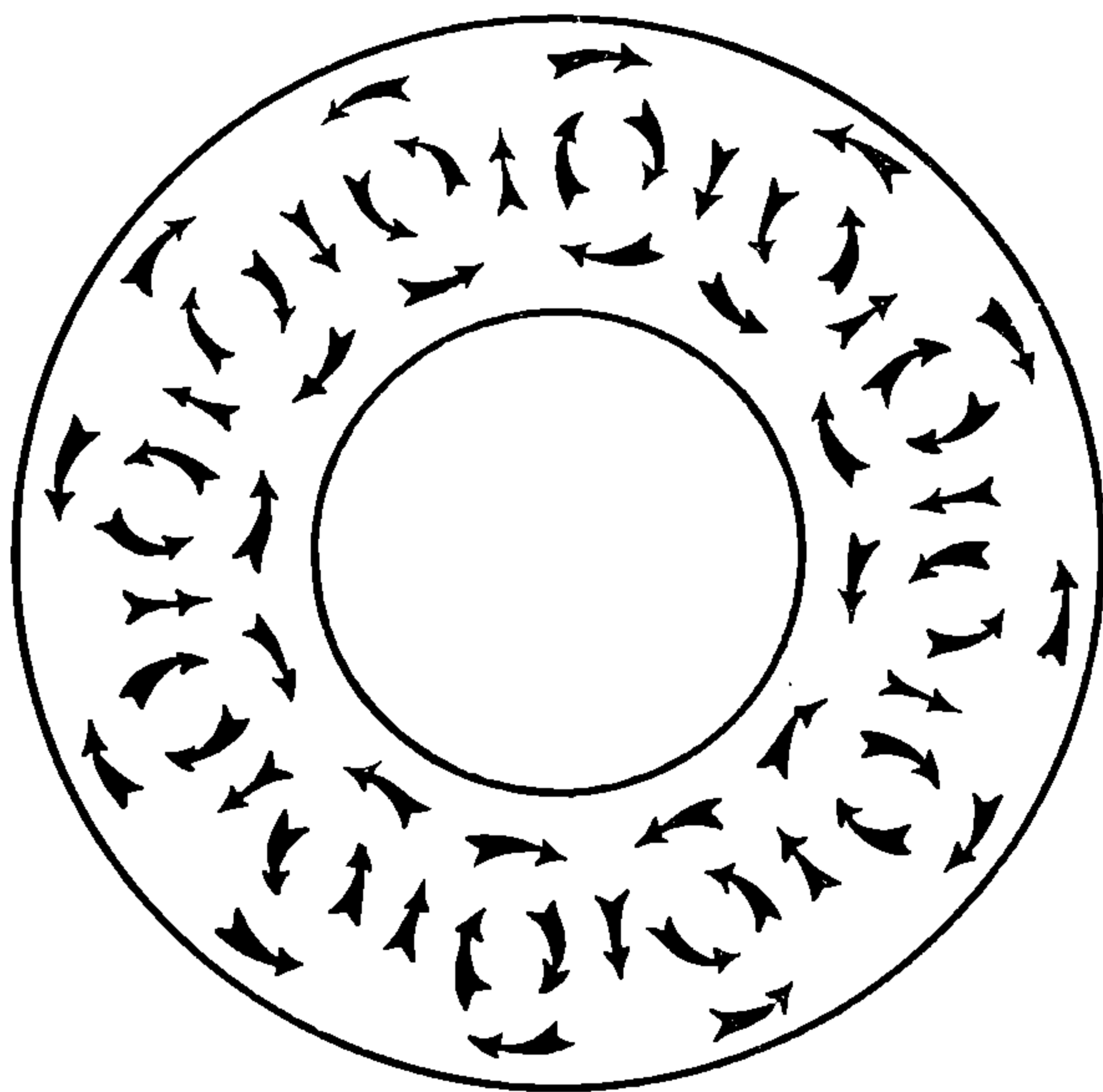
Самая интересная особенность зоны *B* — слой пониженных скоростей сейсмических волн в ее нижней части. Этот слой часто называют волноводом, так как сейсмические волны бегут вдоль него на большие расстояния, почти не выходя наружу, как бы отражаясь от кровли и подошвы. Природа слоя пониженных скоростей неизвестна; вероятнее всего, это частичная «победа» температуры над давлением. Точка плавления вещества мантии повышается с глубиной потому, что растет давление, но в зоне *B* температура земных недр растет быстрее и, может быть, догоняет точку плавления. Вещество, расплавляясь, переходит в аморфное состояние, еще не превращаясь в жидкое (точка разжижения лежит процентов на десять выше, чем точка аморфизации). Глубже рост температуры замедляется, давление опять берет верх, и вещество мантии вплоть до границы ядра, несомненно, находится в кристаллическом состоянии. Многие думают, что именно такое перекрытие температуры — реальной и нужной для плавления — приводит к частичному выплавлению из мантии более легкоплавкой фракции. Эта фракция, будучи легче, чем вещество мантии, вытесняется наверх и изливается в виде базальтовой лавы.

Более сложная гипотеза происхождения базальтовой лавы предполагает явление, аналогичное зонной плавке¹, но и для нее

¹ Зонная плавка — способ очистки материала, например металла или полупроводника, от примесей. Он состоит в том, что по столбику материала многократно прогоняют короткий участок (зону расплавленного состояния) каждый раз в одну и ту же сторону. Легкоплавкие примеси собираются в том конце столбика, куда «бегут» зоны расплавления.

необходимо, чтобы где-то в недрах Земли температура была близка к точке плавления.

Подобная теория волновода ставит нас перед новым вопросом. Плавление, или переход в аморфное состояние, как правило, неизбежно приводит к уменьшению плотности вещества. Если волновод состоит из такого же материала, какой залегает выше него, то равновесие неустойчивое: более плотный слой располагается над более легким и к тому же размягченным. Достаточно небольшой неравномерности в нагрузке на верхний слой (а на поверхности Земли нагрузка все время меняется из-за сноса материала с возвышенностей и отложения осадков в низменностях и водоемах), чтобы материал волновода безвозвратно ушел из-под областей большей нагрузки и скопился бы под областями меньшей нагрузки, всплывая их кверху. Однако этого не произошло. Следовательно, либо наше объяснение волновода неверно, либо химический состав зоны *B* меняется с глубиной таким образом, что волновод, несмотря на нагревание, оказывается плотней, чем лежащая выше толща. Вот и встает вопрос: в чем же причина такого возрастания плотности с глубиной в зоне *B*? Окончательного ответа на этот вопрос пока нет.



Одна из возможных схем конвекции в мантии. В подобных схемах обычно не учитывают влияния различной толщины земной коры под океанами и на материках

Земная кора отделена от мантии разделом Мохоровичича, т. е. границей, при переходе которой из коры в мантию скорости сейсмических волн резко возрастают. Есть два основных типа земной коры, которые покрывают наибольшие площади на Земле: океанический и материковый. Кроме того, между этими двумя есть несколько переходных типов, но они все вместе занимают меньшую площадь. Океаническая кора имеет небольшую толщину — от 5 до 10 км, иногда даже меньше. Толщина материковой коры для равнинных местностей составляет 30—40 км, а в горах — 40—60 и даже до 80 км. Как ни странно, состав земной коры до сих пор неизвестен, хотя это самая близкая к нам геосфера, не считая водной и воздушной. Конечно, мы знаем состав самой верхней части коры: осадочных пород и — на материке — подстилающего их кристаллического фундамента. Но глубже опять начинаются загадки.

Океаническая кора устроена проще материковой. Под осадочными слоями (различной степени уплотнения) залегает однородная толща с довольно высокими скоростями сейсмических волн. Судя по этим скоростям, она может состоять из габбро¹, поэтому ее обычно называют базальтовым слоем. Есть и другое мнение, согласно которому эта толща состоит из серпентинита², и это тоже соответствует сейсмическим наблюдениям. В обоих вариантах допускается, что под океанами субстрат (часть мантии, непосредственно подстилающая кору) состоит из ультраосновных пород. Согласно первой точке зрения, океаническая кора выплавилась из мантии и не может исчезнуть, а согласно второй — она может превращаться обратно в мантию.

Скорости сейсмических волн в ультраосновных породах близки к тем, какие наблюдаются в субстрате. В материковой коре под осадочным покровом они возрастают с глубиной. Сейсмические наблюдения дают возможность разбить всю эту толщу на два или более слоев³. Принято считать, что кора под осадками состоит из двух слоев: верхнего—

гранитного и нижнего—базальтового, т. е. габбро. Вряд ли эти названия соответствуют действительности. В верхней части гранитного слоя залегают не только граниты, но и гнейсы, а также другие, более тяжелые породы. Глубже доля тяжелых пород должна возрастать. Состав базальтового слоя совсем неизвестен.

Существует мнение, что вся кора образовалась путем накопления осадочных и изверженных пород, но в глубине эти породы метаморфизованы, т. е. преобразованы под действием температуры и давления, и слои коры отличаются просто различной плотностью упаковки ионов, молекул и атомов в кристаллах. Можно сделать и другое предположение: только средний слой коры по своему составу соответствует базальту, выше залегают более кислые и потому более легкие породы, ниже — более основные и потому более тяжелые. Споры идут и о том, с чем связана нижняя граница материковой коры (раздел Мохоровичича). Одни считают, что эта граница отделяет базальтовый слой коры от ультраосновного субстрата. Другие думают, что под материками субстрат сложен не ультраосновными породами, а эклогитом¹, и граница коры — это фазовая граница, отмечающая те условия температуры и давления, при которых габбро переходит в эклогит.

Не подлежит сомнению, что земная кора выделилась из мантии (если не из ядра — о такой возможности тоже стоит подумать!) в виде каких-то легкоплавких выплавов. Вот почему, чтобы судить о составе мантии, нам важно знать состав коры. С вопросами о составе коры и мантии тесно связан и вопрос о тепловой истории Земли — ведь нам необходимо знать содержание радиоактивных элементов в коре, в особенности в мантии и ядре. Хотя атомы таких элементов очень тяжелы (кроме калия), они обычно химически связаны с кремнеземом и потому преобладают в более кислых породах и реже встречаются в более основных. Но более кислые породы в то же время оказываются более легкими и легкоплавкими; именно их расплавы уходят из мантии вверх и образуют земную кору. Вместе с ними уходят и радиоактивные элементы; поэтому радиоактивность коры

¹ Габбро — продукт медленного застывания базальтовой магмы в коре на некоторой глубине.

² Серпентинит (или змеевик) — порода, получающаяся при взаимодействии ультраосновных пород, главным образом перидотитов, с водой.

³ Однако такая возможность появляется не всегда.

¹ Эклогит — кристаллически-зернистая порода, по валовому химическому составу соответствующая базальту, но состоящая из минералов более плотной упаковки (гранат, пироксен и др.).

(в расчете на единицу массы или объема) во много раз больше, чем радиоактивность мантии. Специальными измерениями обнаружено, что из недр Земли наружу все время выходит тепло; этот тепловой поток невелик (примерно в 5000 раз меньше того, что мы получаем от Солнца), но он существует на всей Земле. Примечательно, что средняя интенсивность потока тепла (в расчете на единицу площади) сквозь дно океанов примерно равна средней интенсивности потока сквозь поверхность материков.

Разные причины могут порождать тепло в Земле, но главная, по-видимому, — распад радиоактивных элементов. Поэтому величина теплового потока, которая более или менее известна, ограничивает наши предположения о содержании радиоактивных элементов в коре и верхней мантии. На более глубокие геосферы это ограничение не распространяется: они покрыты такой толстой «шубой» из коры и верхней мантии (да эта «шуба» еще и сама выделяет тепло), что, как показывают вычисления, тепло из этих глубинных геосфер практически не выходит наружу, а все накапливается в них¹. Однако для больших глубин у нас есть другие ограничения, а именно: температура нижней мантии должна быть везде ниже точки плавления, тогда как внешнее ядро должно быть расплавлено. В тепловых расчетах необходимо, конечно, учесть, что радиоактивные вещества распадаются, и в «молодой», только что образовавшейся Земле их было гораздо больше, чем сейчас.

Тут надо предостеречь читателя от одной ошибки. У некоторых авторов можно встретить рассуждение, что поскольку раньше тепла выделялось больше, то и температура в недрах Земли была выше, чем сейчас. Ошибочность такого умозаключения легко пояснить на простом примере. Представим себе, что чайник холодной воды поставлен на самый полный огонь. Допустим, что через некоторое время мы несколько убавим огонь, потом через некоторое время еще убавим и т. д. Разве чайник начнет остывать? Конечно, нет! Он будет продолжать нагреваться, но только все медленнее. Так и недра Земли все время нагреваются, но только с замедлением темпа. За последний миллион лет глубокие недра Земли нагрелись меньше

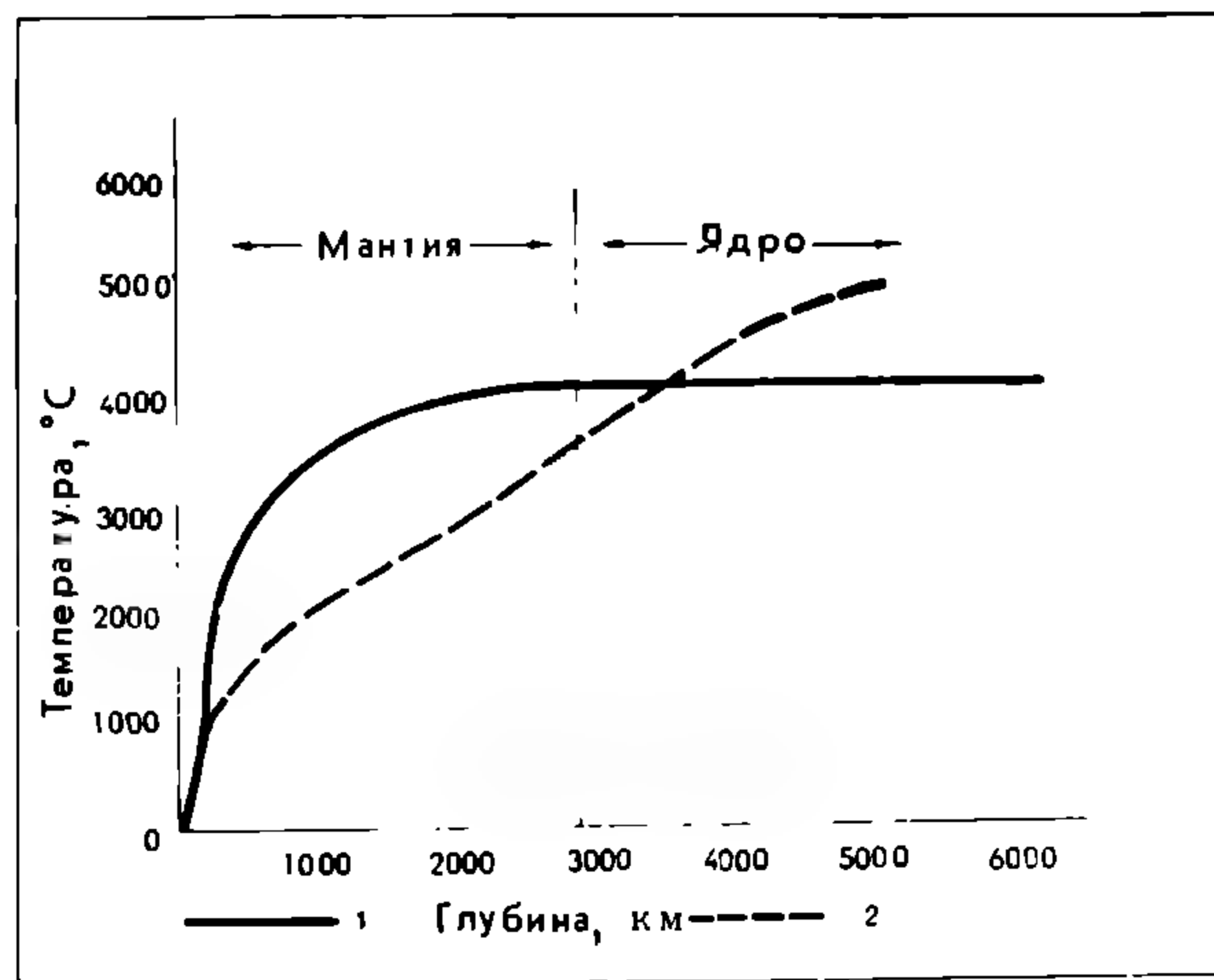
¹ Надо оговориться, что в эти расчеты входят величины, в действительности нам неизвестные, а только предполагаемые, например теплопроводность в глубоких недрах.

чем на градус, а за все время существования нашей планеты нагревание могло составить от двух до четырех тысяч градусов¹.

Есть основания полагать, что кора выплавляется не из всей мантии, а только из верхней мантии, и даже скорее всего из зоны В. Учитывая это и принимая во внимание ограничения, о которых мы уже говорили можно высказать наиболее вероятные предположения о химическом составе коры и мантии.

Средний валовой состав материковой коры, по-видимому, близок к составу базальта или только немного кислее, так что большого количества гранитов, гнейсов или иных кислых пород в коре не должно быть. Мантия, по-видимому, имеет ультраосновной состав. Особенно мало кремнезема и радиоактивных элементов должно быть сейчас в той ее части, из которой уже выплавилась материковая кора. Остальная часть мантии должна иметь больше радиоактивных элементов и, соответственно, больше кремнезема (хотя и гораздо меньше, чем в базальте). Такой состав мантии не сов-

¹ В эти цифры мы не включили первоначальное разогревание Земли в процессе ее образования. Оно происходило от ударов метеорных тел, из которых складывалась Земля, и от сжатия внутренних частей Земли под давлением насыпавшегося сверху материала. Думают, что такое нагревание составило от тысячи до двух тысяч градусов, но трудно ручаться за эту оценку.



Распределение в настоящее время температуры по глубине из расчета тепловой истории Земли (Б. Ю. Левин и С. В. Маева) — 1; оценка наиболее вероятной температуры, исходящая из различных геофизических данных (В. А. Магницкий) — 2. Здесь видно, как плохо согласуются эти две кривые, в чем сказывается недостаток наших знаний о глубоких недрах Земли

сем соответствует составу метеоритов, но этому несоответствию нельзя придавать решающего значения: весьма вероятно, что метеориты, из которых образовалась Земля, несколько отличались от современных.

От этих предположений больше всего отличается точка зрения, согласно которой мантия, или по крайней мере верхняя мантия, состоит из эклогита, т. е. имеет химический состав базальта или габбро. Такой взгляд может служить дальнейшим развитием гипотезы, что раздел Мохоровичича отмечает собой фазовый переход от габбро к эклогиту. Однако эта гипотеза встречает большие затруднения. Если зона *B* — эклогитовая, то базальтовая лава, которая идет из этой зоны, представляет собой просто расплавленный эклогит. Отсюда приходится заключить, что в эклогите столько же радиоактивных веществ, сколько и в базальте, а это сразу приводит к выводам, которые противоречат фактам. Толща эклогита километров в двадцать под корой уже создала бы вместе с корой тепловой поток значительно больше того, какой наблюдается на самом деле. А эклогитовая верхняя мантия давно бы уже расплавилась. Тем более, конечно, нельзя предполагать во всей мантии такой уровень радиоактивности.



Таким образом, материальный состав земного шара нам пока неизвестен и выбор возможных вариантов этого состава очень ограничен, если учесть все существующие данные. Мы остановились именно на вопросе о составе различных геосфер, как на более простом. Но глубокие недра Земли задают нам еще много других загадок, о которых мы ничего не сказали. Главным образом, это вопросы о физических и химических процессах, идущих в глубине. Познание их чрезвычайно важно для нас, потому что именно они определяют жизнь и развитие земной коры, от них зависят землетрясения и извержения вулканов, рост гор и опускания берегов под

уровень моря, образование залежей различных руд и других полезных ископаемых, выход на поверхность горячих и целебных источников. Нам приходится идти обратным путем: изучая различные явления, происходящие в коре, по ним догадываться, что делается в мантии и ядре. Но изучать земную кору тоже нелегко, так как она чрезвычайно сложно устроена и живет очень сложной жизнью. Нам же доступна лишь самая верхняя часть коры, и мы можем наблюдать лишь процессы, идущие достаточно быстро.

По отношению к очень медленным процессам, длящимся миллионы и миллиарды лет, все наши наблюдения представляют как бы моментальную фотографию, на которой все неподвижно; о таких процессах приходится судить по их последствиям, видимым сейчас. Поэтому кора загадывает нам еще гораздо больше загадок, чем мантия. Однако нет сомнения, что в будущем все это удастся распутать и построить стройную картину развития и взаимодействия коры, верхней мантии и прочих геосфер. Над этой задачей работают многие исследователи в нашей стране и за рубежом. У нас особенно много в этом направлении сделали В. В. Белоусов и В. А. Магницкий.

Поскольку мы говорили главным образом о том, чего не знаем, у читателя может создаться впечатление, будто комплексная наука о земных недрах — геонимия — вообще очень слаба. Это не так. Во всякой науке решение одного вопроса всегда приводит к возникновению многих новых. И чем больше мы знаем, тем больше нерешенных проблем встает перед нами. Иначе и быть не может, так как знание беспредельно и мир неисчерпаем. О прогрессе всякой науки можно судить как по тому, сколько она знает, так и по тому, сколько она не знает. С этой точки зрения обилие нерешенных проблем в геонимии говорит, прежде всего, о здоровом росте этой науки.

УДК 550.3



ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОКЕАНА И АТМОСФЕРЫ

С. А. К и т а й г о р о д с к и й
Кандидат физико-математических наук

А. С. М о н и н
Доктор физико-математических наук

В. С. С а м о й л е н к о
Доктор географических наук
Москва

Построение количественной теории климата¹, совершенствование краткосрочных, и особенно долгосрочных, прогнозов погоды требуют изучения гидрометеорологических процессов в масштабах всей планеты. Большую часть поверхности Земли, как известно, занимает Мировой океан (71%). Поэтому исследование взаимодействия океана и атмосферы — одна из центральных проблем современной геофизики. Эффективная толщина земной атмосферы около 10 км. Средняя глубина океана примерно 4 км. Несмотря на то, что непосредственный контакт этих двух мощных слоев происходит только у самой поверхности океана, его последствия сказываются во всей толще атмосферы и океана.

Нижняя часть атмосферы — это сильно турбулизированный слой воздуха, называемый планетарным пограничным слоем атмосферы. Его средняя толщина около 1 км; *над сушей* основная часть кинетической энергии турбулентных движений атмосферы переходит в тепло именно в пределах этого слоя. Другая картина *над океанами*. Воздействие турбулентного ветра на водную поверхность приводит к интенсивной передаче кинетической энергии воздушных потоков поверхностному слою океанских вод. Поэтому первоосновой энергообмена между океаном и атмосферой в глобальном масштабе служат локальные воздействия приподнятого слоя атмосферы на поверхность океана.

¹ Теория, позволяющая указать числа, характеризующие климат.

ВОЗДЕЙСТВИЕ АТМОСФЕРЫ НА ОКЕАН

Одно из наиболее важных таких воздействий — образование ветровых волн на поверхности океана. Во время шторма, длящегося около суток, волны получают из атмосферы количество энергии, близкое к энергии, переходящей в тепло над сушей.

Ответ на, казалось бы, простой вопрос, что такое «ветровая волна», был получен совсем недавно после статистического анализа колебаний уровня моря при ветровом волнении и после стереофотосъемки больших участков поверхности океана. Выяснилось, что в спектре волновых колебаний водной поверхности, вызванных ветром, присутствуют как очень высокие частоты (до 20 колебаний в сек.), свойственные волнам со сравнительно небольшими амплитудами (1—10 см), так и низкие частоты (1/20 колебания в сек.), характеризующие длиннопериодные ветровые волны с амплитудой до нескольких метров. На рис. 1 изображен типичный спектр колебаний поверхности моря при скорости ветра около 35 км/час и продолжительности его действия 18 часов. Площадь над кривой показывает среднюю энергию ветрового волнения, т. е. высоту волн, которая здесь равна примерно 3 м.

Как следует из рис. 1, основная часть энергии волнения приходится на так называемые «значительные» ветровые волны, обычно определяемые визуально. Энергия же, приходящаяся на более низкие и более высокие частоты, мала, и спектры чисто ветрового волнения (без примеси зыби) сравни-

тельно узки. Основная проблема физики ветровых волн заключается в объяснении и последующем предсказании эволюции спектра волн под действием ветра.

Важным обстоятельством оказалось опрокидывание волн из-за неустойчивых острых гребней; появление так называемых «белых барашков» и больших пятен пены на поверхности волн — наглядное свидетельство их опрокидывания. Английскому гидродинамику О. Филлипсу удалось показать, что этот эффект налагает ограничения на высокочастотный участок спектра ветровых волн, который может быть описан простым универсальным законом (резкое убывание с ростом частоты, пропорциональное ω^{-5}). Несмотря на это ограничение в росте волн, суммарная энергия волнения при сильном ветре очень долгое время возрастает.

В последние годы было предложено несколько гипотез для объяснения роста энергии волн под действием ветра. Одна из них говорит о резонансном воздействии турбулентных пульсаций давления воздуха на

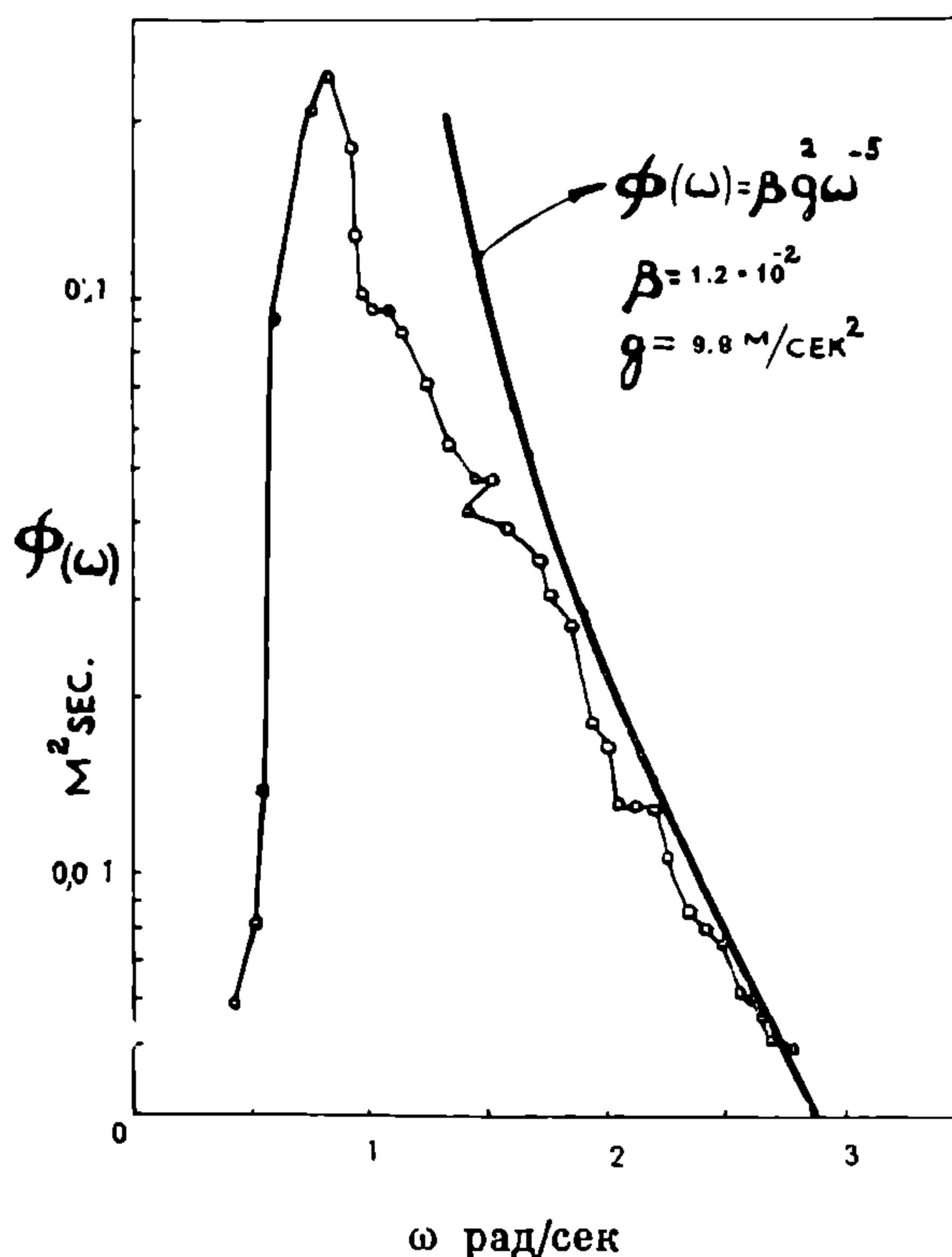


Рис. 1. Частотный спектр волн $\Phi(\omega)$ (в $\text{м}^2/\text{сек}$). Кружки — экспериментальные значения $\Phi(\omega)$; сплошная жирная линия — форма спектра на высоких частотах (по О. Филлипсу)

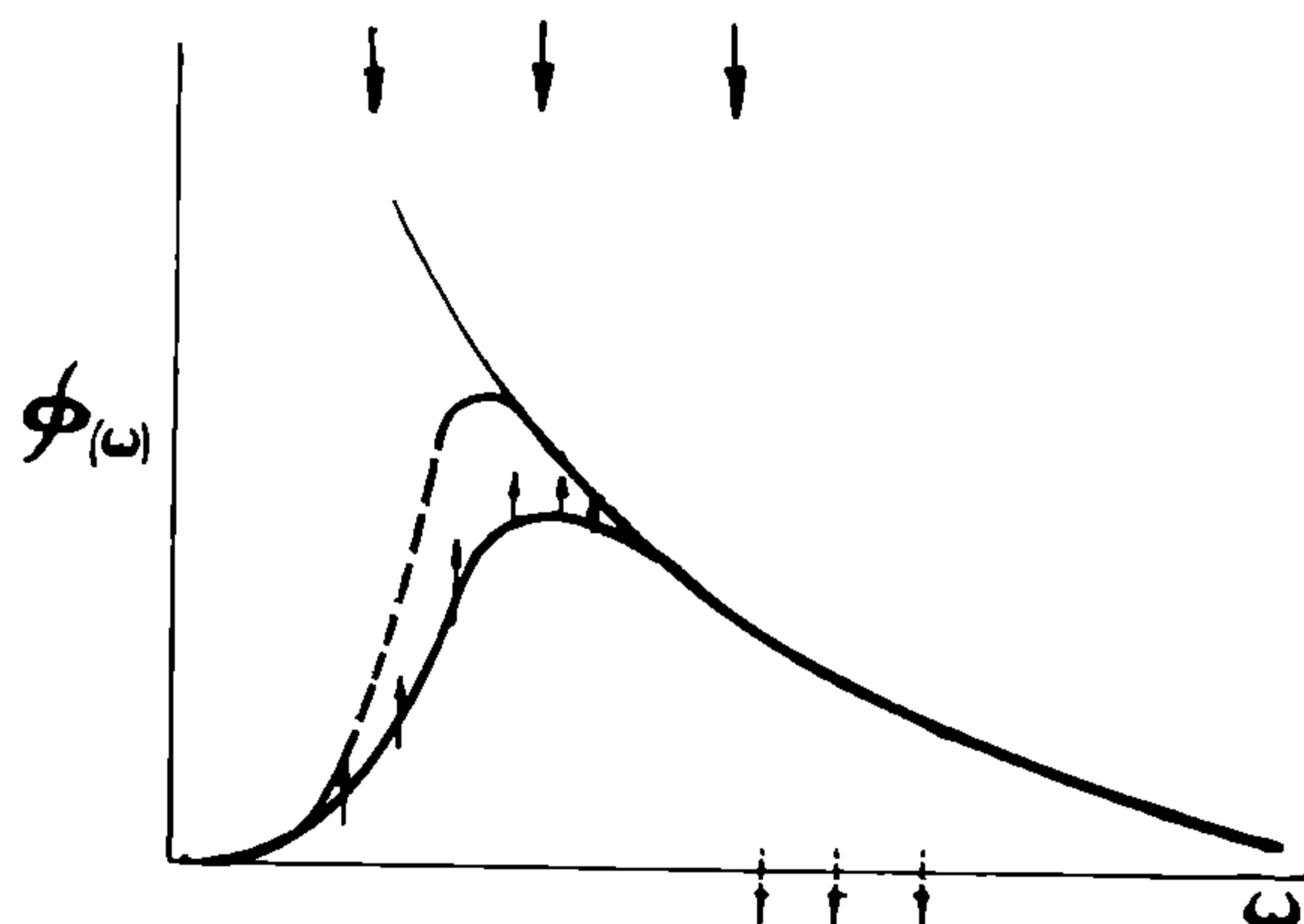


Рис. 2. Схема эволюции спектра волн под действием ветра: стрелки вверх указывают на поток энергии от ветра к волнам в достаточно широкой области частот; тонкие сплошные стрелки, направленные вверх, показывают направление развития волн; пунктирная линия показывает форму спектра в более позднее время в условиях предельного развития волнения; тонкая линия вверх показывает асимптотическую форму высокочастотного участка спектра волн (по О. Филлипсу); пунктирные стрелки, направленные вниз, показывают область частот, в которой происходит «сток» энергии волн за счет опрокидывания их гребней

волны: при равенстве скорости распространения волн и средней скорости ветра (переносающего возмущения давления воздуха) пульсации давления будут долгое время находиться в нужной фазе с колебаниями поверхности моря: повышение давления будет у подошвы волны, а понижение — у гребня. Такое распределение давления вдоль поверхности волны может поддерживаться и за счет перестройки поля ветра в приводном слое атмосферы под действием возмущений, вносимых самими волнами в турбулентный поток воздуха.

Качественная картина эволюции спектра волн под действием ветра сейчас уже достаточно ясна. На рис. 2 мы видим схему роста ветровых волн, учитывающую наличие максимума в спектре волн и сдвиг спектра в сторону низких частот при росте волнения и увеличении суммарной энергии волн.

Гигантские штормовые волны в районе «ревающих сороковых» широт (кольцо воды вокруг Антарктиды), где разгон ветра не ограничивается никакими материками, превышают в высоту 20 м (рис. 3). Такие штормовые волны после прекращения ветра переходят в мертвую зыбь, которая иногда может пересекать, не затухая, весь океан! Отсюда видно, что роль молекулярной вязкости воды в затухании волн очень мала.

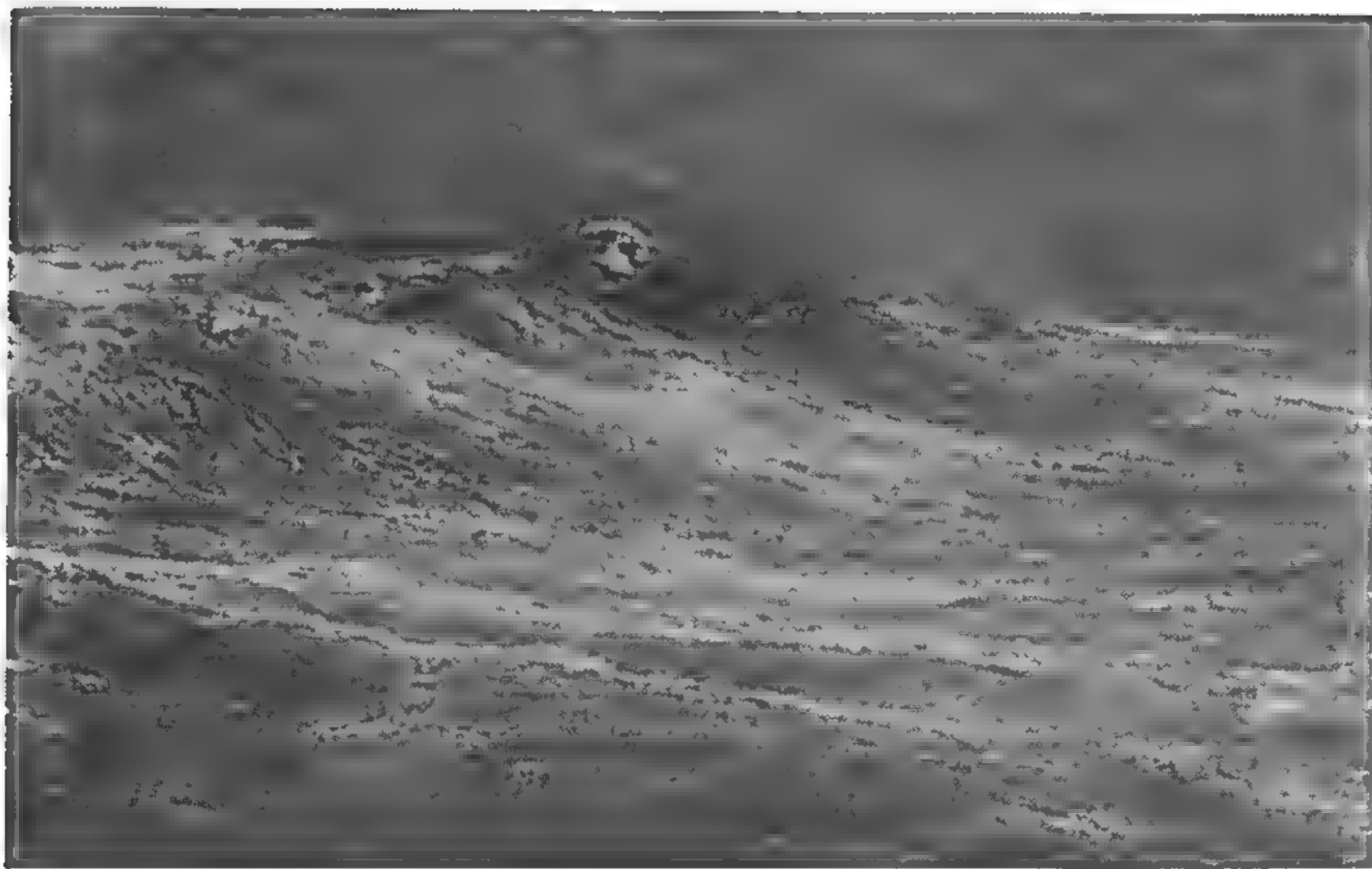


Рис. 3. Штормовые волны у мыса Горя

Поэтому волны зыби могут переносить энергию, полученную ими во время шторма, на большие расстояния и отдавать ее только при подходе к берегу.

Однако есть и другой «сток» энергии, передаваемой атмосферой ветровым волнам. Он связан опять-таки с опрокидыванием гребней волн (на рис. 2 это показано стрелками внизу рисунка), приводящим к образованию мелкомасштабных вихрей в воде и тем самым к передаче энергии от ветровых волн непосредственно морской турбулентности. Таким образом, мы приходим ко второму важному виду воздействия атмосферы на океан — турбулизации его поверхностного слоя. Основная часть энергии из атмосферы здесь передается мелкомасштабным турбулентным возмущениям в воде, вблизи волновой поверхности. Однако в океане повсеместно наблюдается перемешанный однородный слой толщиной в несколько десятков метров, так что энергия турбулентных возмущений может передаваться затем и в более удаленные от поверхности слои воды.

В Канаде Р. Стюарту с сотрудниками удалось измерить неоднородности поля скорости с наименьшими возможными размерами (в несколько мм). На рис. 4 изображен один из спектров пульсации скорости, измеренный в поверхностном слое моря. В результате таких измерений удалось определить область применения известного «закона пяти третей» А. Н. Колмогорова — А. М. Обухова и детально исследовать форму спектра турбулентности в области очень больших волновых чисел, где энергия

турбулентных вихрей переходит в тепло из-за внутреннего трения (молекулярной вязкости). В Советском Союзе специальные приборы для измерения таких турбулентных пульсаций скорости и температуры воды разработаны и применяются Морским гидрофизическим институтом АН УССР.

Есть еще одна форма воздействия атмосферы на океан — это образование морских течений. Благодаря трению ветра о водную поверхность вода приходит в движение, проникающее затем на глубины в десятки метров. В результате образуются так называемые дрейфовые течения, скорости которых максимальны у поверхности и сравнительно быстро затухают с глубиной. Такое распределение скорости течения в верхнем слое океана напоминает структуру обычного турбулентного потока в трубе с большим перепадом скорости (от нуля на стенке трубы до максимума в центральной области потока) и может создавать дополнительное питание энергией турбулентных возмущений, первоначально проникших вглубь из-за опро-

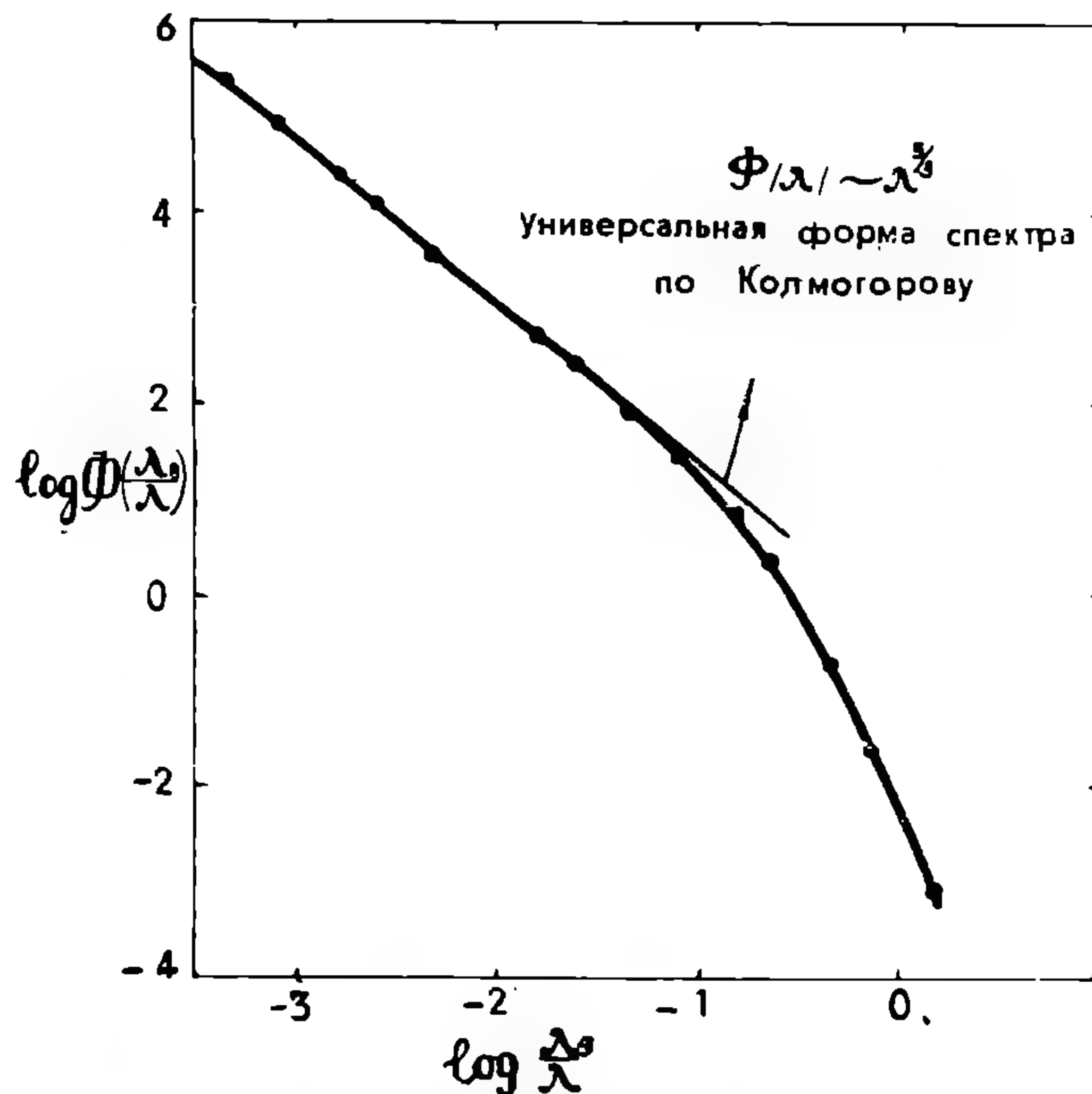


Рис. 4. Спектр мелкомасштабных пульсаций скорости в поверхностном слое моря (по Р. Стюарту и Х. Гранту). Прямая линия соответствует так называемому инерционному интервалу в спектре развитой турбулентности $\Phi(\lambda) \sim \lambda^{5/3}$ (по А. Н. Колмогорову). На графике отклонения от этого закона наблюдаются в области малых масштабов $\lambda \sim \lambda_s$



Рис. 5. Вежа Фруда с пульсационными датчиками для измерения скорости ветра (акустическими микроанемометрами) и температуры воздуха. Кабель связывает вежу с судном «Академик С. Вавилов»

кидывания волн. Таким образом, сложная динамика верхнего слоя океана определяется главным образом последствиями локального воздействия атмосферы на его поверхность.

Роль дрейфовых течений в формировании общей циркуляции вод в Мировом океане очень велика. Из-за действия ветра, увлекающего поверхностные слои воды за собой, могут возникать наклоны уровня океана, а следовательно, и перепады давления уже во всей толще океана. Они-то и служат причиной образования мощных океанических течений, как, например, Гольфстрим и Кюросио. Таким образом, и циркуляция вод на больших глубинах океана,

намного превышающих глубины проникновения дрейфовых течений, может иметь ветровое происхождение.

В работах В. Б. Штокмана была вскрыта роль неравномерности поля ветра в формировании океанических течений. Оказалось, что неравномерностью поля ветра в экваториальных районах можно объяснить образование межпассатных противотечений в Тихом и Атлантическом океанах.

Объяснение другой особенности ветровой циркуляции вод в океанах — интенсификации морских течений у их западных берегов — заслуга американского океанографа Г. Стоммела, обратившего внимание на важную роль в формировании Гольфстрима и Кюросио так называемого бэта-эффекта, т. е. изменения с широтой величины отклоняющей силы вращения Земли (силы Кориолиса).

Итак, локальное воздействие ветра на водную поверхность служит одной из первопричин крупномасштабного интенсивного движения и перемешивания вод во всей толще Мирового океана.

Есть и еще одна форма воздействия атмосферы на океан — его прогрев или охлаждение в зависимости от облачности, температуры воздуха и силы ветра. Правда, температура воды в удаленных от берегов районах отличается удивительным внутрисуточным постоянством. Даже то большое количество солнечного тепла, которое поглощается днем водами океана, и то тепло, которое теряется ночью путем излучения, не в состоянии изменить температуру воды у поверхности океана более чем на $0,2—0,3^{\circ}$. В этом наглядно проявляется огромная тепловая инерция океанических вод. Однако при длительном и систематическом изменении притока солнечного и атмосферного тепла (например, весной и осенью) изменение температуры поверхностных вод в океане становится весьма заметным.

В приэкваториальных широтах, где приток солнечного тепла в течение всего года почти постоянен, температура воды все время остается равной $26—27^{\circ}$, но в других широтах земного шара кроме сезонных изменений наблюдается заметное влияние на температуру воды условий погоды. Решающее значение здесь имеют облака, причем их влияние в различных условиях прямо противоположно. При наличии инсоляции

облачный покров значительно уменьшает приток солнечного тепла, и температура воды понижается. При отсутствии или малой величине инсоляции (ночью) облака вследствие их собственного теплового излучения создают значительный дополнительный лучистый поток тепла на поверхность океана, что предотвращает охлаждение его вод.

Некоторое влияние на температуру поверхностных вод оказывает и ветер, усиливающий испарение, а поэтому вызывающий охлаждение воды. Температура воздуха вместе с температурой воды определяют длинноволновый лучистый теплообмен между океаном и атмосферой, но в целом температура воздуха зависит от температуры океанических вод, так как их тепловая инерция и теплосодержание гораздо больше, чем у атмосферы.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ОКЕАНА НА АТМОСФЕРУ

Чем же объясняется столь большая тепловая инерция океанических вод по сравнению с атмосферой? Причина кроется в их очень большой теплоемкости и теплопроводности. Теплоемкость всей атмосферы в 4 раза меньше, чем теплоемкость 10-метрового слоя воды, а ведь в теплообмене с атмосферой благодаря турбулентной теплопроводности океанических вод участвует их слой в несколько десятков метров толщиной. Именно поэтому так велико тепловое воздействие океана на атмосферу.

Океан — главный источник водоснабжения атмосферы. С его поверхности непрерывно, днем, и особенно ночью, летом, и особенно зимой, испаряется вода. Увеличение испарения вызывается усилением ветра, повышением температуры воды и уменьшением влажности воздуха. Поэтому наибольшее количество воды испаряется в пассатных поясах, где температура воды наиболее высока, ветер очень устойчив и достаточно силен, а влажность воздуха сравнительно невелика. В этих океанических поясах за год испаряется не менее 1,5 м слоя воды.

В среднем же с поверхности океана за год испаряется, по-видимому, слой воды в 80—100 см. Это более чем в два раза превышает испарение с материков, а так как их общая площадь примерно втрое меньше поверхности океана, то отсюда следует, что материки снабжают атмосферу в 6 раз меньшим количеством водяного пара, чем океа-

ны. Если подсчитать общее содержание пара в атмосфере, то оказывается, что его масса эквивалентна слою воды всего лишь в 2,5 см, т. е. в 30—35 раз меньше того количества, которое поступает ежегодно в атмосферу при испарении. Это значит, что полное обновление водяного пара в атмосфере происходит в течение года по крайней мере 30—35 раз, т. е. через каждые 10—15 дней.

При конденсации пара в атмосфере выделяется огромное количество тепла. Это то тепло, которое было унесено водяным паром при испарении с поверхности океана и материков. Оно представляет собой особый вид мощного теплового воздействия океана на атмосферу. Тепло, идущее на испарение и выделяющееся при конденсации, составляет около 50 ккал/см² в год, т. е. более трети солнечного тепла, поглощаемого Землей. Огромное тепловое влияние океана на атмосферу и интенсивное ее увлажнение распространяются далеко в глубь материков. Носителями и передатчиками тепла и влаги служат океанические воздушные массы, которые переносятся на материки воздушными течениями. В тех районах материков, где воздушные течения круглый год идут с океана, господствует морской климат с большой влажностью и облачностью с наиболее теплой для данных широт зимой и наиболее прохладным летом.

Черты морского климата по мере удаления от океана в глубь материка ослабевают, и в климате проявляются все более и более континентальные черты. Климат становится в полной мере континентальным только в тех районах материков, куда не проникают морские воздушные массы. Здесь бывает самая холодная для данных широт зима и самое жаркое лето.

На земном шаре есть немало и таких районов, где воздушные течения переносят тепло и влагу с океанов только в теплое время года, а в холодное господствуют ветры противоположного направления. Это районы муссонного климата с умеренно теплым и дождливым летом, сменяющимся холодной и очень сухой зимой.

В этих трех основных типах климата — морском, континентальном и муссонном — нередко возникают отклонения от описанного выше режима и в течение длительного времени наблюдаются аномальные условия погоды, несвойственные данному типу климата: в морских климатах иногда возникает ненормальная сухость, в континентальных —

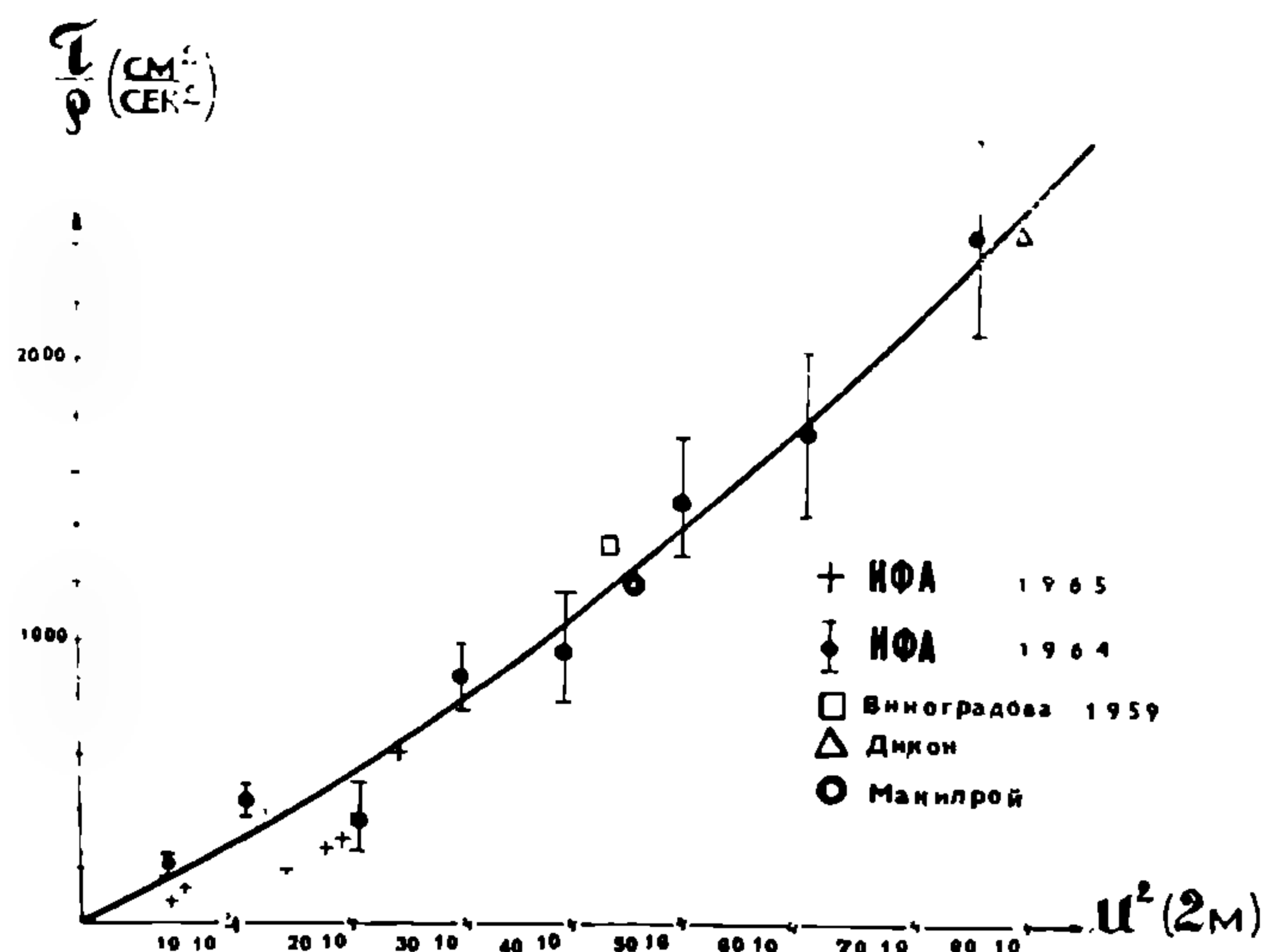


Рис. 6. Зависимость величины турбулентного потока количества движения τ от скорости ветра U (2 м) на высоте 2 м (данные прямых измерений τ)—по С. Л. Зубковскому и Т. К. Кравченко

избыточное увлажнение. Такие аномалии эпизодически повторяются. Бóльшей частью они вызываются нарушением нормального теплообмена между океаном и атмосферой. Однако обычно они не могут быть длительными, так как при всяком нарушении атмосферной циркуляции возникают факторы, ведущие к восстановлению нормального климатического режима. Исследование частоты, длительности и физической природы подобных аномалий представляет одну из интереснейших и практически очень важных задач науки.

МЕЛКОМАСШТАБНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОКЕАНА И АТМОСФЕРЫ

Для описания мелкомасштабных процессов динамического и теплового взаимодействия океана и атмосферы необходимо знание потоков количества движения, тепла и влаги на границе между атмосферой и океаном. Нужно научиться вычислять эти потоки на основе информации о метеорологическом режиме над океанами. Эта информация обычно исчерпывается данными о скорости ветра над морем (U), разности температур воздуха и воды ($\theta_a - \theta_w$) и разности удельных влажностей ($\epsilon_a - \epsilon_w$). Из этих величин, а также плотности воздуха (ρ) и его удельной теплоемкости (C_p) можно составить «условные потоки» с размерностью

потока количества движения (ρU^2), потока тепла [$C_p \rho U (\theta_w - \theta_a)$] и потока влаги [$\rho U (\epsilon_w - \epsilon_a)$]. Отношения истинных потоков к «условным потокам» носят соответственно названия коэффициентов сопротивления (C_u), теплообмена (C_θ) (число Стэнтона) и испарения (C_E) (число Дальтона). Оказалось, что эти коэффициенты могут изменяться от случая к случаю в несколько раз, а может быть, даже в 20—30 раз. Изучение такой изменчивости сейчас стало главной задачей в исследовании мелкомасштабного взаимодействия океанов и атмосферы.

В настоящее время решение этой задачи ищут при помощи экспериментальных исследований турбулентного режима приподнятого слоя атмосферы. В первую очередь сюда входят измерения самих истинных потоков. Такие измерения проводятся с помощью аппаратуры, регистрирующей турбулентные пульсации скорости ветра, температуры и влажности воздуха в широком диапазоне частот. В нашей стране цикл таких измерений (преимущественно над сушей) выполнен Институтом физики атмосферы АН СССР. Здесь использовались акустические микроанемометры для измерения пульсаций скоростей ветра и специальная аппаратура для обработки данных, позволяющая получить значения потоков непосредственно в ходе эксперимента. Но до сих пор даже над сушей проведены лишь единичные измерения турбулентных флуктуаций влажности воздуха. Специального упоминания заслуживают результаты, полученные Л. Г. Елагиной, которая при помощи датчика, основанного на поглощении инфракрасного излучения водяным паром, измерила спектры пульсации влажности и получила хорошие совпадения экспериментальных данных с «законом пяти третей» теории Колмогорова—Обухова для развитой турбулентности.

В 1964—1965 гг. институтами Океанологии и Физики атмосферы АН СССР были проведены экспериментальные исследования турбулентности в приподнятом слое воздуха в экспедициях на Черном и Средиземном морях, на исследовательском судне «Академик С. Вавилов». В эти эксперименты вошли измерения турбулентных потоков количества движения и тепла, профилей ветра, температуры и спектра волн. На рис. 5 приводится фотография стабилизированного буя («вежа Фруда») с аппаратурой для измерения турбулентных потоков (акустические анемометры и термометр сопротивления). Помещен-

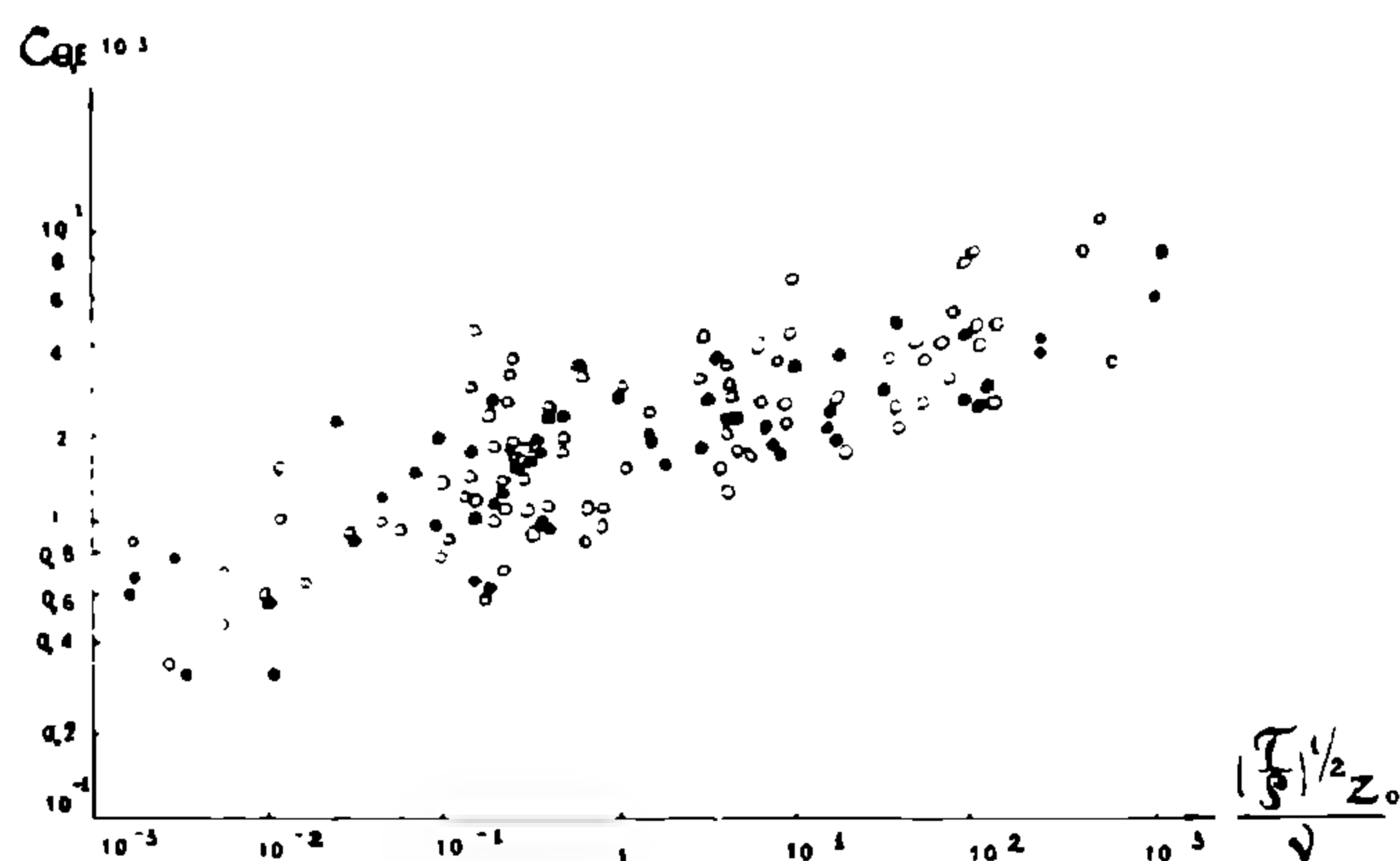


Рис. 7. Изменчивость коэффициентов C_0 и C_E (для высоты 2 м) в зависимости от безразмерного параметра $(\tau/\rho)^{1/2} Z_0/\nu$ (Z_0 — параметр шероховатости морской поверхности; ν — коэффициент кинематической молекулярной вязкости воздуха. Зачерненные кружочки соответствуют C_E , не зачерненные — C_0 (по С. А. Китайгородскому и Ю. А. Волкову)

ные на нем датчики были соединены кабелем с судном, на борту которого размещалась анализирующая аппаратура. На рис. 6 изображены результаты измерений турбулентного потока количества движения (τ) вместе с аналогичными данными других авторов. В основу графика положено более 150 определений этого потока пульсационным методом, что дало возможность находить средние значения τ в узких диапазонах скоростей ветра (на графике изображены как средние значения, так и среднеквадратичные отклонения). Математической зависимости, изображенной на рис. 6, соответствует линейный рост коэффициента сопротивления с ростом скорости ветра. В результате измерений потоков тепла была обнаружена большая изменчивость локальных значений коэффициентов C_0 (рис. 7).

Изменчивость локальных коэффициентов теплообмена и испарения может существенно повлиять и на характеристики тепло- и влагообмена между океаном и атмосферой за значительные периоды времени. Наибольший «вклад» в суммарный теплообмен и испарение с океана вносят штормы. Поскольку на климатических картах штормы почти не отражаются, то подсчет характеристик теплообмена и испарения по ним невозможен. Такие характеристики могут быть найдены только путем суммирования л о к а л ь-

ных потоков тепла и влаги за долгий срок. Значит, исследования мелко-масштабного взаимодействия океана и атмосферы являются той необходимой физической основой, которая должна быть использована в расчетах климатологического взаимодействия и энергообмена между океаном и атмосферой.

КРУПНОМАСШТАБНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОКЕАНОВ И АТМОСФЕРЫ

Мелкомасштабные потоки тепла, влаги и количества движения, пересекающие поверхность океана, накапливаясь во времени и суммируясь по пространству, сказываются на крупномасштабных процессах в атмосфере и в океанах. По-видимому, многие из них имеют характер колебаний или, точнее, автоколебаний, так как они возникают не в результате периодических внешних воздействий, а в силу внутренних взаимодействий в системе океан — атмосфера. Примеры подобных автоколебаний уже давно приводились академиком В. В. Шулейкиным. Это, во-первых, так называемые термобарические сейши — колебания температуры и давления в атмосфере (с периодами около суток), напоминающие стоячие волны в озерах и, во-вторых, долгопериодные (с периодом около 3,5 лет) колебания температуры в северной ветви Гольфстрима.

Полное выявление и объяснение таких колебаний возможно лишь в рамках количественной теории климата, основы которой заложены чл.-корреспондентом АН СССР Е. Н. Блиновой. Но некоторые предварительные данные иногда удается извлечь и из рассмотрения упрощенных моделей крупномасштабного взаимодействия океанов и атмосферы. Одна из таких моделей исходит из учета важнейшей особенности земной погоды — наличия изменчивой облачности (облака покрывают в среднем половину Земли, тогда как Венера закрыта облаками целиком, а на Марсе всегда безоблачно). Уменьшение облачности приводит к усиленному прогреву океана, а значит, и атмосферы, в которой при этом развиваются восходящие движения, вследствие чего образуются облака. Рост облаков снижает солнечный прогрев океана, и в охлаждающейся атмосфере развиваются нисходящие движения, в которых облака тают. Согласно упрощенному расчету Б. Л. Гаврилина и А. С. Мо-

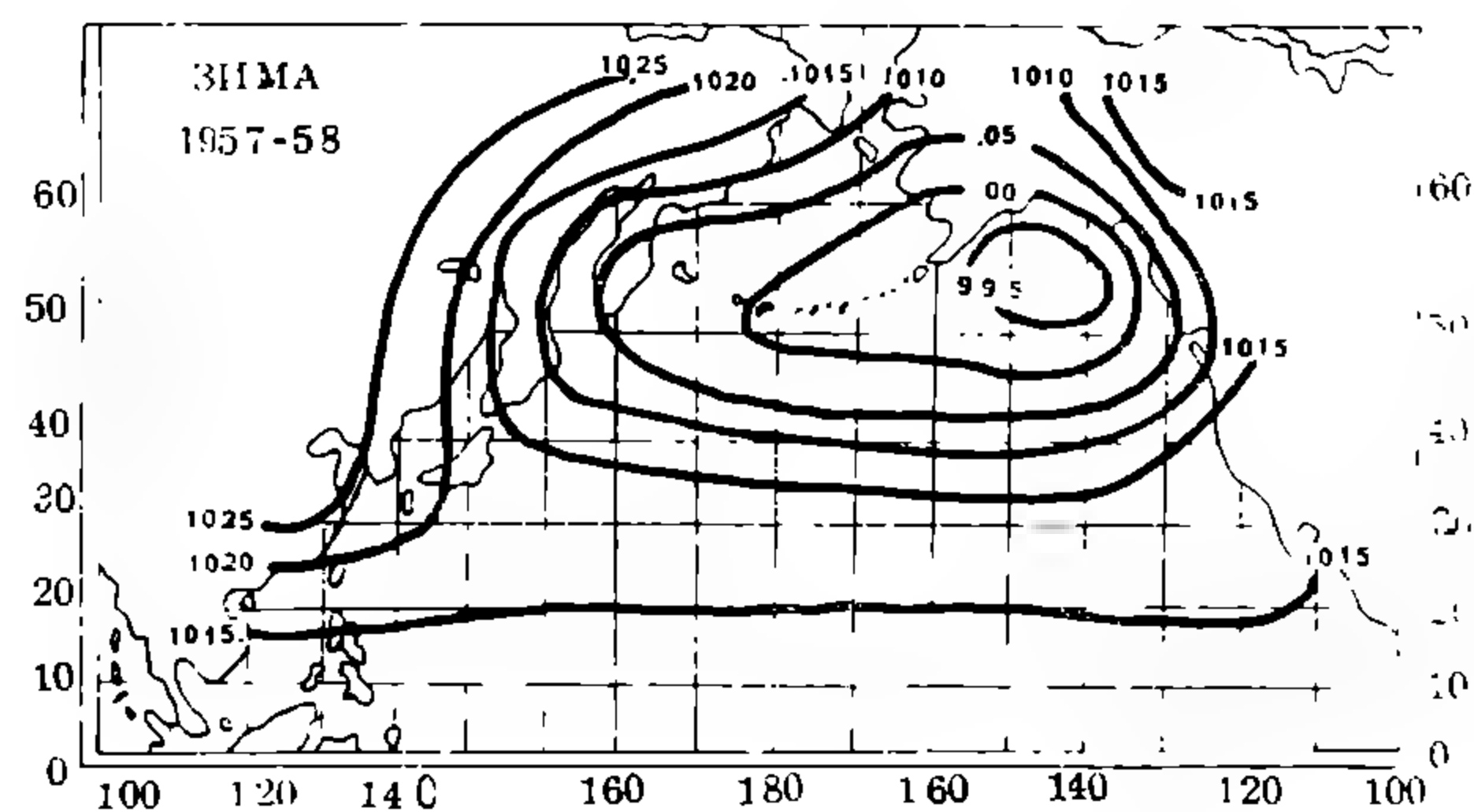
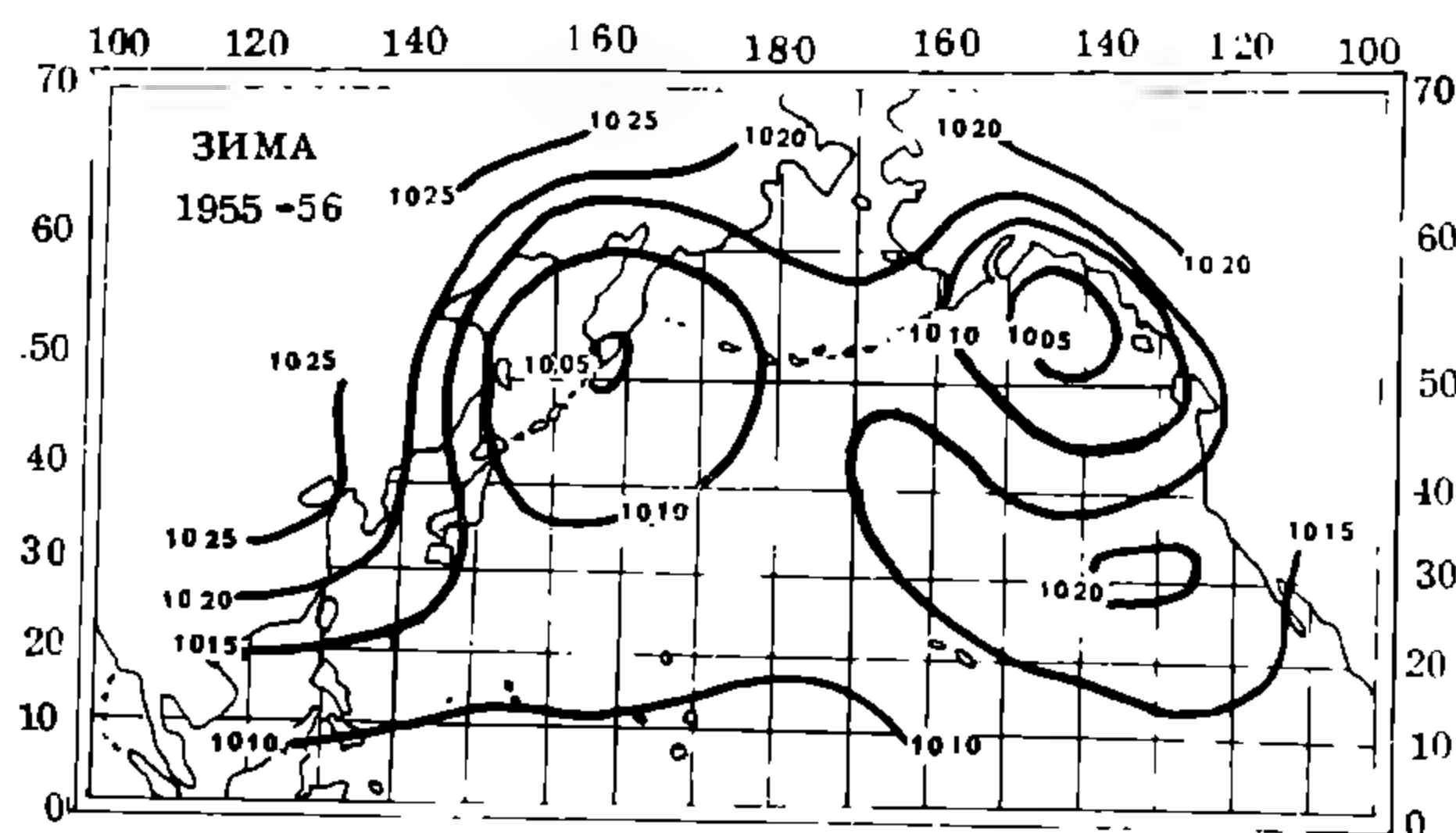


Рис. 8. Среднее распределение атмосферного давления в Северной части Тихого океана: слева — зимой 1955—1956 гг. до потепления в районе течения Эль-Ниньо (восточная экваториальная часть Тихого океана); справа — зимой 1957—1958 гг. в период максимального потепления Эль-Ниньо

нина, периоды таких колебаний пропорциональны их пространственному размеру в степени $4/3$ и при масштабах в 2—3 тыс. км составляют несколько месяцев. Следовательно, эти колебания представляют особый интерес для долгосрочных прогнозов погоды.

Интересный процесс крупномасштабного взаимодействия океана и атмосферы был недавно выявлен Дж. Бьеркнесом. Им установлено, что зимой 1940—1941 и, особенно, 1957—1958 гг. ветры восточного направления в восточной части экваториальной зоны Тихого океана были аномально слабыми, что приводило к замедлению подъема холодных вод и, как следствие, к положительной аномалии температуры воды в $2-3^{\circ}$ (так называемые «условия Эль-Ниньо»). Интенсивный прогрев атмосферы в этой зоне приводил к усилению меридиональной пассатной циркуляции западных ветров и барического минимума в северо-восточной части Тихого океана (рис. 8). В Атлантике, наоборот, при этом наблюдалось ослабление западных ветров и исландского барического минимума.

Дж. Бьеркнес исследовал и гораздо более продолжительные процессы взаимодей-

ствия океанов и атмосферы, происходившие во время «малого ледникового периода» в XVII—XIX вв. В это время конфигурация материков, высота гор и планетарное альbedo были такими же, как и сейчас, но зимы характеризовались ослабленной атмосферной циркуляцией, что приводило к положительной аномалии температуры воды в районе Саргассова моря и отрицательной аномалии в районе Исландии. Это в свою очередь содействовало дальнейшему ослаблению атмосферной циркуляции, и, возможно, лишь возросший перенос тепла к северу атлантическими водами изменил опасное направление климатического процесса в эту эпоху.

Конечно, такие палеоклиматические реконструкции еще во многом предположительны и ждут своего обоснования. Но уже сейчас с уверенностью можно сказать, что крупномасштабные взаимодействия океанов и атмосферы служат важнейшим климатообразующим фактором и что расшифровка их механизма необходима для объяснения колебаний климата, включая, вероятно, и ледниковые периоды плейстоцена.

УДК 551.46 ; 551.51



Освоение Мангышлака

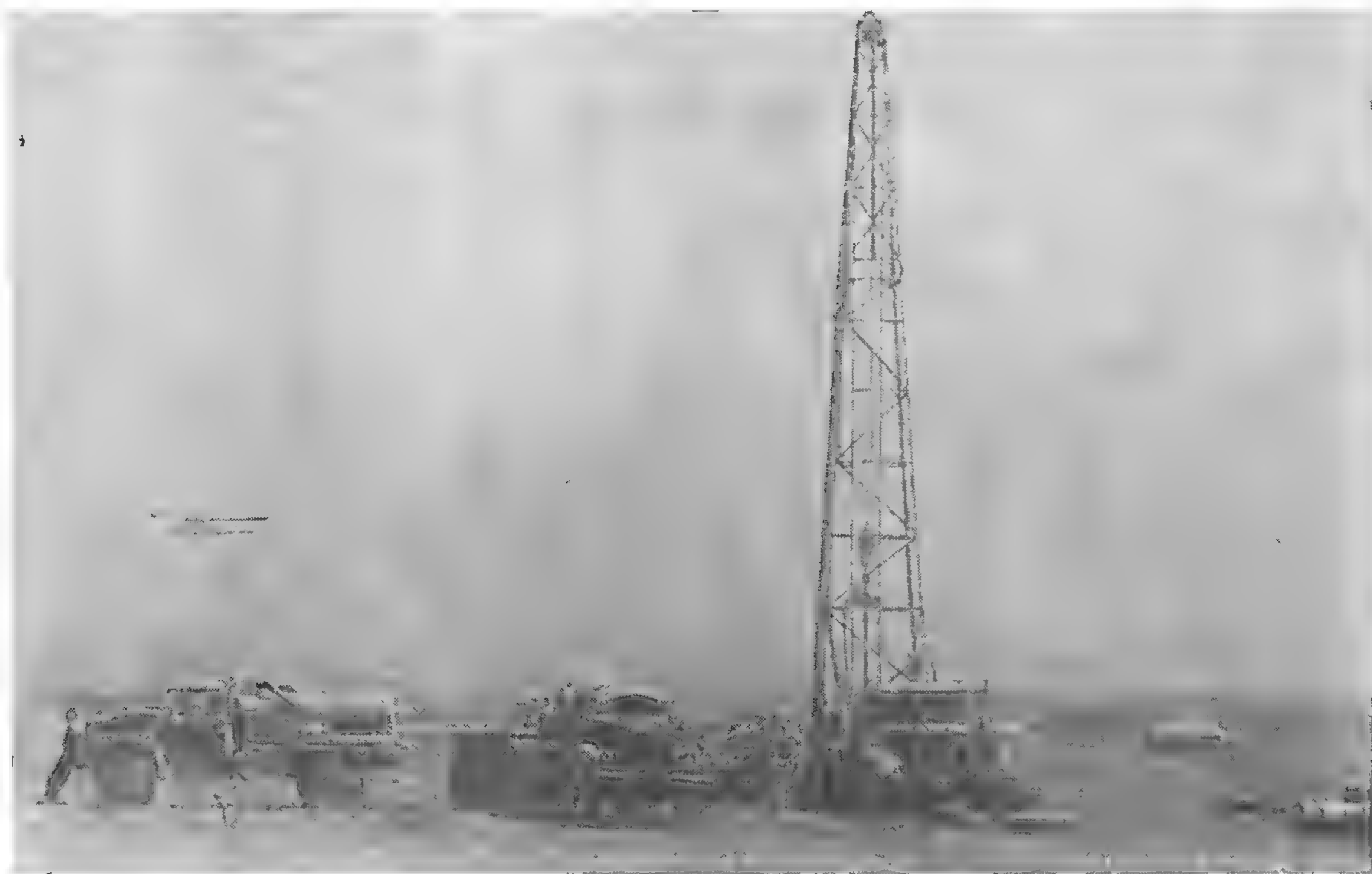
...Настоящая пустыня! Песок и камень, хотя бы травинка, хотя бы деревцо, ничего нет. Смотришь, смотришь, да такая тоска тебя возьмет — просто хоть давься, так и удавиться нечем...

Тарас Шевченко

Волею советских людей полуостров превращается в индустриальный край. За годы пятилетки добыча нефти должна быть доведена до 15 млн тонн в год. Уровень 1970 г. обеспечен подготовленными запасами.

*Журнал «Нефть и газ»,
1966, № 11*

В последние годы на полуострове Мангышлак открыты крупнейшие месторождения нефти и других полезных ископаемых. Почти безлюдная область буквально на глазах превращается в важный промышленный район нашей страны. Об освоении Мангышлака, озеленении возникающих в пустыне населенных пунктов и рассказывается в публикуемых статьях.



Для выяснения геологических структур района и поисков структур, благоприятных для скопления нефти и газа, применяются подвижные буровые установки

Полуостров сокровищ

А. И. Имшенецкий
Кандидат геолого-минералогических наук

Ю. М. Клейнер
Кандидат географических наук
Москва

Мангышлак в последние годы по праву стали называть полуостровом сокровищ. Уголь, фосфориты, железные, марганцевые руды и, прежде всего конечно, нефть и газ. Этот некогда пустынный полуостров на во-

сточном берегу Каспийского моря стал крупной, бурно развивающейся нефтегазодной провинцией нашей страны.

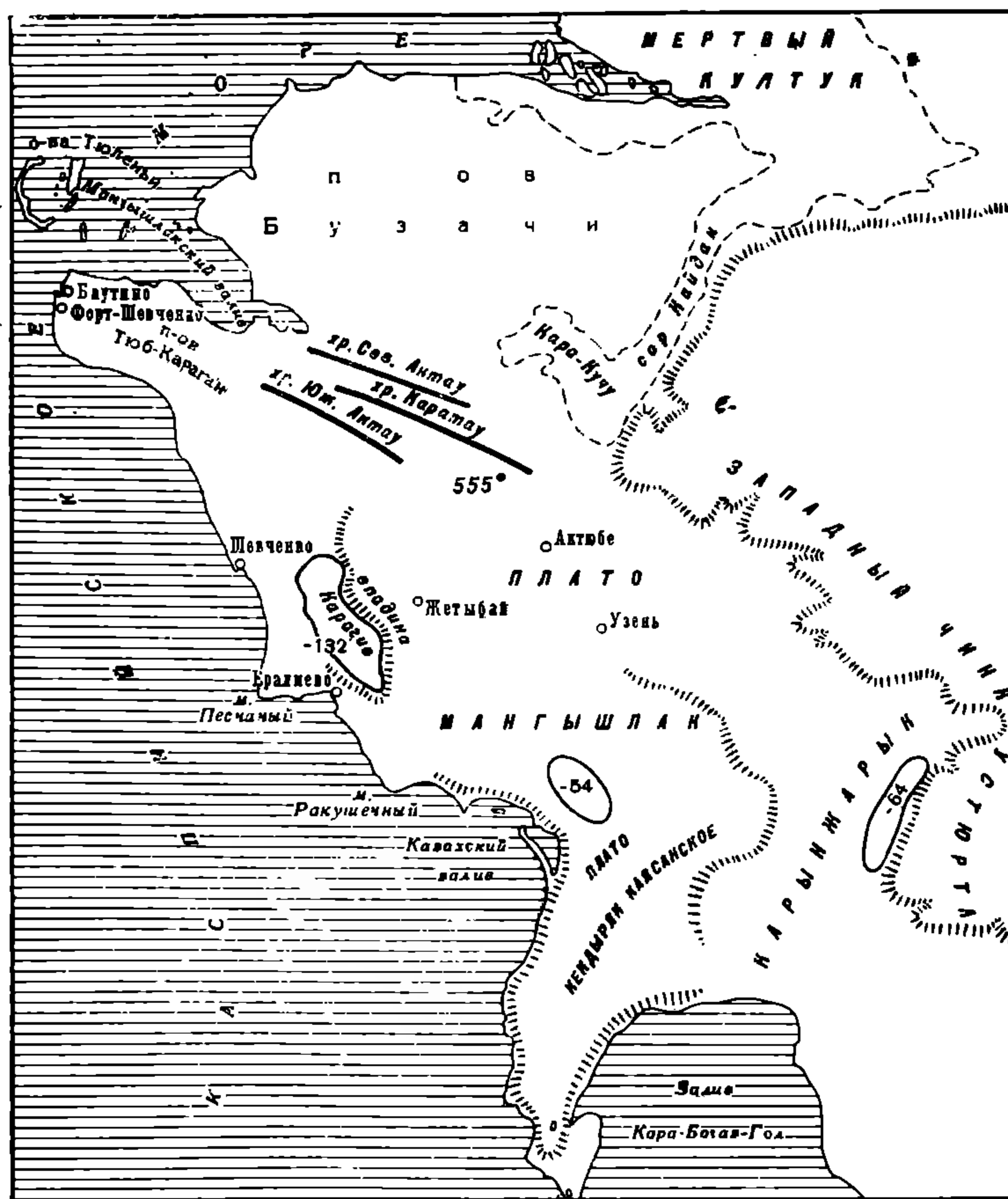
История изучения Мангышлака — безводной пустыни, удручающе жаркой ле-

том и холодной и ветреной зимой, — одна из замечательных глав отечественного землеведения. Она связана с именами таких известных русских исследователей, как Н. И. Андрусов, М. В. Баярунас, а в советское время таких, как А. Л. Яншин, С. Ю. Геллер, Б. А. Федорович и многих других.

Мангышлак — это край контрастов: низкие горы на севере; плато, на протяжении нескольких сот километров крутыми уступами обрывающиеся к морю; массивы перевеянных песков в южной части полуострова.

Вдоль берегов Мангышлака протягивается цепочка безводных скалистых островов, сложенных белыми известняками. На одном из этих островов — Караада — в годы гражданской войны были высажены захваченные белогвардейцами большевики. Эта история хорошо известна из повести К. Паустовского «Карабугаз».

Характернейшая черта рельефа Мангышлака — огромные сухие бессточные котловины, о проблеме происхождения которых уже не раз писалось в журнале «Природа». Именно здесь находится самая крупная в СССР и третья в мире (после депрессии Мертвого моря и котловины Кеттара в ОАР) бессточная впадина Карагие. Днище ее лежит на



Схематическая карта полуострова Мангышлак

132 м ниже уровня океана. Другая крупная впадина — Карынжарык (по-казахски — «вспоротое брюхо») — отделяет Южно-Мангышлакское плато от Устюрта.

Не сразу удалось установить места локализации нефтегазоносных залежей. Для этого потребовались усилия геологов, геофизиков, буровиков. Летом 1961 г. из скважины на Жетыбае с глубины 2400 м ударил первый фонтан мангышлякской нефти, а на структуре Узень с глубины 800 м был получен газ. Несколько позже большая нефть была найдена и на Узене. Затем были открыты еще три месторождения: нефтяное Карамандыбасское, газонефтяные — Тасбулатское и Тенгинское. Наряду с этим введен в глубокую разведку большой ряд новых перспективных структур в условиях, сходных по геологическому строению с месторождениями Узень и Жетыбай.

Уже сейчас разведанные запасы нефти таковы, что позволят извлечь в 1970 г. 20 млн т, т. е. на 5 млн т больше, чем предусматривалось Директивами XXIII съезда КПСС. Разведка богатых месторождений — отличный подарок геологов и нефтяников к пятидесятилетию Советской власти. Результаты геологоразведочных работ показали возможность добывать здесь к 1980 г. 65—80 млн т нефти и несколько десятков миллиардов кубометров газа в год. Все это делает полуостров Мангышляк крупнейшей топливной базой страны.

Размах нефтегазоносных работ на полуострове все

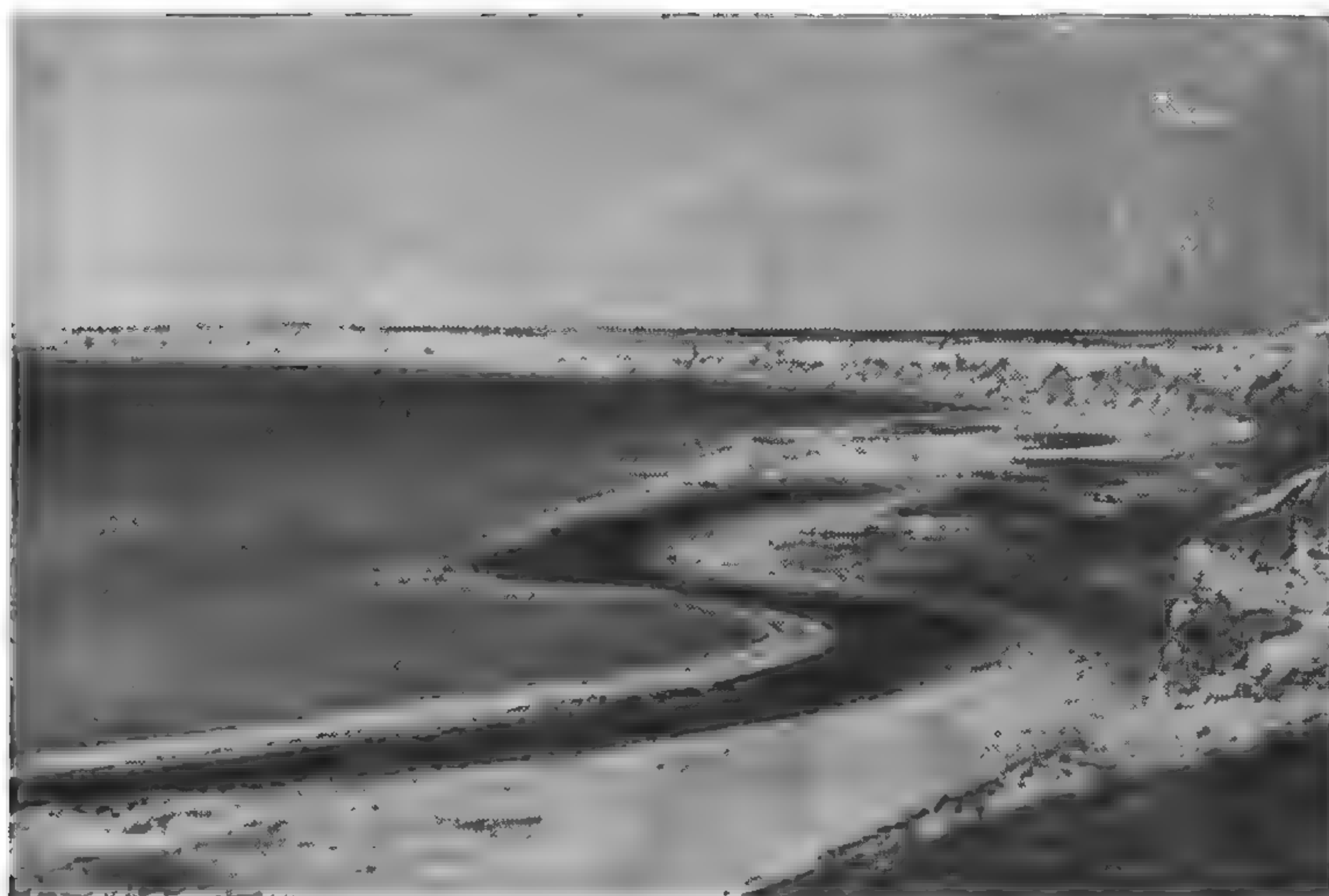


Массивы барханных песков в южной части полуострова Мангышляк
Фото Ю. Клейнера

время увеличивается. В решении проблем Мангышляка сегодня участвуют более двадцати научных коллективов из Москвы, Ленинграда, Куйбышева, Гурьева, Баку и других городов. За открытие и разведку новой нефтегазоносной провинции ряд нефтяников в этом году удостоен Ленинской премии.

Но не только нефтью и газом богат Мангышляк. Геохимические процессы, обуславливающие формирование месторождений полезных иско-

паемых, были очень разнообразны. В отложениях среднего триаса установлено железное оруденение, представленное рудами бурого железняка. Выявлено шесть залежей, самое крупное из которых — месторождение Бескемпир. Среднее содержание железа в рудах составляет 44,7%, марганца — 1,82%, фосфора — 0,07%, серы — 1,6%, кремнезема — менее 8%, извести и магнезия — до 8,5%. В юрское время образовались небольшие месторождения каменных углей. Мелоч-



Обрывистые берега полуострова Мангышляк
Фото Ю. Клейнера

вой период отличался накоплением фосфора (фосфориты). В палеогеновых песчаных отложениях хребта Каратау встречаются марганцевые руды.

Выявленные запасы железных и марганцевых руд, а также фосфоритов пока сравнительно небольшие. Тем не менее они свидетельствуют о возможности открытия на Мангышлаке более крупных месторождений этих полезных ископаемых, что в более отдаленной перспективе может стать сырьевой базой для дальнейшего индустриального развития района.

На Мангышлаке широко распространены также медистые песчаники, цементное сырье и другие строительные материалы. Превосходен известняк, из которого можно изготавливать не только стеновые блоки, но и кровельную черепицу. По своему качеству мангышлакский ракушечник лучше одес-

ского и известняка других месторождений Черноморского побережья.

Хозяйственное освоение природных богатств полуострова Мангышлак немислимо без решения проблемы водоснабжения. В результате проведенных в последние годы гидрогеологических исследований многие обширные площади Мангышлака, ранее считавшиеся безводными, получили хорошую пресную воду, в частности в западной части полуострова. Для обеспечения нефтепромыслов Узень и Жетыбай наиболее перспективным источником питьевой воды оказалось скопление подземных вод песчаного массива Саускан. Постоянно восполняемые запасы воды здесь оцениваются в 177 млн м³. Расчеты показывают, что из этого месторождения можно получать до 12 тыс. м³ воды в сутки. Выявлен ряд других перспективных месторожде-

ний подземных вод, которые позволят полностью удовлетворить потребность в хозяйственной и питьевой воде нефтепромыслов и населения Жетыбая и Узеня до 1970 г.

На Мангышлаке уже накоплен богатый опыт опреснения морских вод. «В «столице» полуострова — г. Шевченко действует несколько уникальных установок, дающих десятки тысяч кубических метров пресной воды в сутки. Возводится установка, которая будет работать на атомной энергии и давать в сутки 110—120 тыс. м³ пресной воды. Таким образом, недостатка в пресной воде для индустриального развития этого богатейшего края ощущаться не будет.

Нет сомнений, что в ближайшие годы стремительное развитие производительных сил былой пустыни в далеком когда-то Закаспии будет продолжаться.

УДК 553



Впадина Карынжарык

Озеленение Мангышлака

Академик АН Узбекской ССР Ф. Н. Русанов
Ташкент

ДВА МЕСЯЦА В ПУСТЫНЕ
Трудно представить себе беспредельные пространства равнинного Мангышлака, ни разу не выдав их в натуре. Уныло однообразные, покрытые тощей травой пустыни навевают безысходную тоску на попавшего туда путника, мотающегося между горбов верблюда, мерно отсчитывающего в течение дня свои 40 км. Не видно ни крупного кустарника, ни деревца. Беспредельные дали открываются путнику только по утрам, пока желто-серая мгла не закроет горизонт. Полузаросшие тропы выются между колодцами, расположенными в пустынных западинах и отстоящими на 35—40 и даже на 120 км один от другого.

Только небольшое стадо или одинокий джейран пересечет иногда дорогу и скроется в туманной дали, оставляя за собой небольшие облачка желтой пыли...

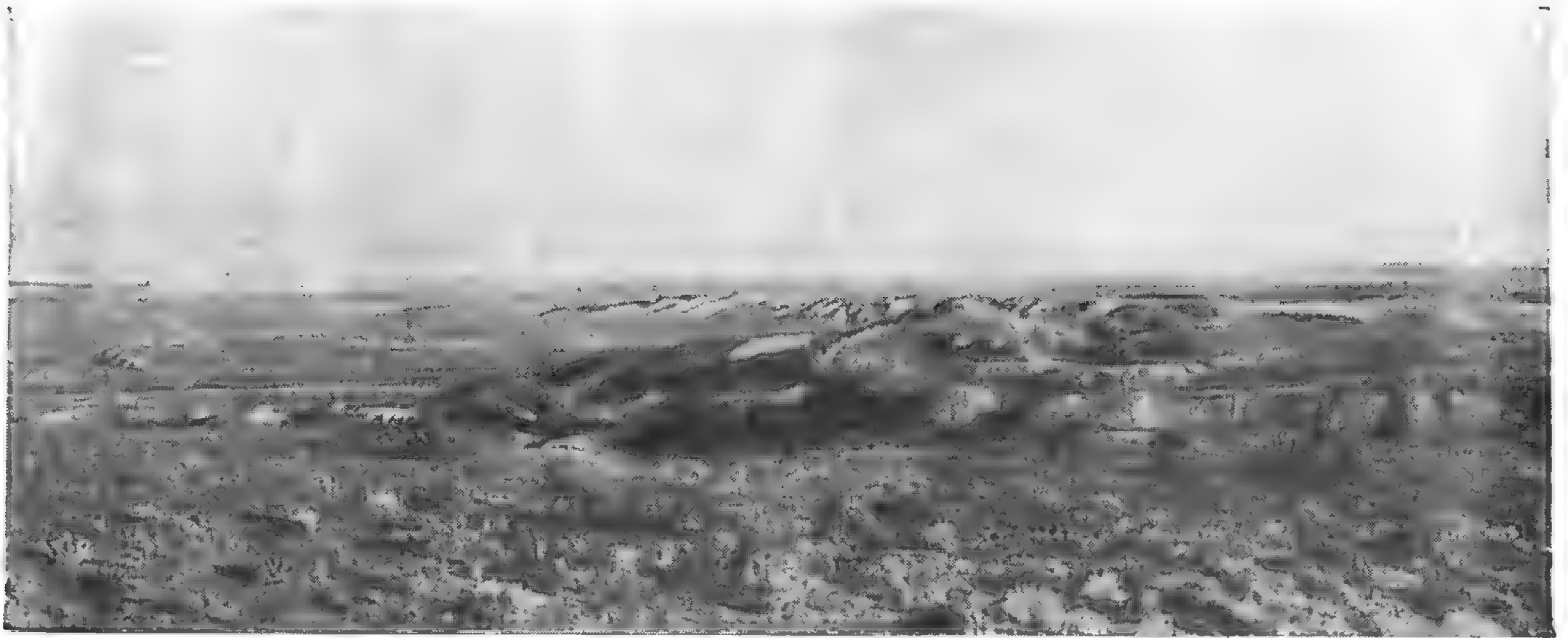
Из других животных здесь довольно многочисленны песчанки, обычно живущие колониями. Из змей чаще других можно видеть щитомордника, светло-розовую, изящную, стремительную стрелу-змею, а на чинках — степного удава. Здесь же держатся группы кекликов, своим клохтанием оживляющих местность.

В летние дни в пустыне возникают миражи, когда в нагретом воздухе, лежащем над пустынной впадиной, появляется вдруг многоводное озеро... А если за впади-

ной окажется ваш караван верблюдов, ушедший вперед, то ноги животных сперва непомерно удлинятся, а затем и вовсе оторвутся от земли — и вы увидите караван, парящий в воздухе.

В ночное время тишина пустыни (весной и летом) нарушается звоном бесчисленных сверчков. Здесь обитают также фаланги, скорпионы, термиты...

Такие картины мы многократно наблюдали в 1926 г., когда пересекали Мангышлак с небольшим караваном по маршруту форт Шевченко — Карынжарык и оттуда через Карабугазские косы на Красноводск. Много было передумано за два с половиной месяца работы в Казахстанской почвенно-



Справа видны обрывы Южно-Мангышлакского плато

Фото С. Петрова

ботанической экспедиции Академии наук СССР. Как освоить необъятные пространства пустынь Мангышлака? Как умножить стада верблюдов и овец в этой почти безводной пустыне? Откуда взять воду для скота? Как увеличить емкость пастбищ? Как улучшить жизнь кочевников — казахов и туркмен, то благоденствующих в годы, когда травы много, то быстро разоряющихся в годы джута — когда трава не вырастает даже весной, а зимой бывает гололедица? Однако в то время найти ответы на все эти вопросы не удалось...

СУДЬБУ ОПРЕДЕЛИЛА НЕФТЬ

В последующие после нашей экспедиции годы шло усиленное изучение недр Мангышлака. Открытия были весьма плодотворны: в ряде мест полуострова, в том числе и в наиболее пустынных его частях, советские геологи обнаружили богатейшие месторождения полезных ископаемых, и прежде всего — разнокачественные нефти, содержащие горный воск и другие вещества. Все это определило судьбу Мангышлака и его хозяйственного использования.

В июне 1966 г. мне пришлось возглавить группу ученых — ботаников, растениеводов, почвоведов, гидрологов, направленную в новый город Шевченко, строящийся на берегу Каспия. Мы должны были оказать помощь в озеленении населенных пунктов Мангышлака. Прошло сорок лет после нашего первого знакомства с природой полуострова. То, что мы увидели там сейчас, было поразительно и казалось — по

контрасту с прошлым — просто невероятным.

... На пустынном когда-то берегу Каспия возвышаются пятиэтажные здания нового города, уже насчитывающего десятки тысяч жителей. Построены школы, лечебницы, гостиница, кино, рестораны, магазины. Ширококолейной железной дорогой, по которой идут поезда с крупными товарными и цельнометаллическими пассажирскими вагонами, Шевченко связан с железнодорожной сетью страны. В городе видны молодые зеленые насаждения и цветники, на берегу моря — многолюдный пляж. В отдалении, к югу от Шевченко, высится фабрика воды — гигантский опреснитель, дающий тысячи кубометров воды для людей, животных, зеленых насаждений и промышленных предприятий.

Шевченко — уже не единственный город на пустынном Мангышлаке. В глубине полуострова, во впадине Узень, строится город того же названия. Осенью 1926 г. мы посетили это пустынное место, не встретив по пути ни одного кочевника. Вспоминается мглистый ландшафт обширной и глубокой впадины, с дном, покрытым белыми шорами (солончаками), с песками на окраинах. Помню, что из местных колодцев мы доставали соленую воду, которую наши усталые и мучимые жаждой лошади отказывались пить, и даже верблюды пили ее с отвращением и в небольшом количестве.

(Теперь здесь найдена белая нефть и строится город, который снабжается открытой в районе пресной подземной водой. Железная дорога и нефтепровод соединяют Узень и Шевченко. Наме-

чается постройка третьего города — в юго-восточной части Мангышлака, во впадине Карынжарык.

Ближе к Кара-Богаз-Голу, на равнинах с выходами кристаллического гипса, мы встречали большие пространства, почти совершенно лишённые травы, но сплошь покрытые своеобразными лишайниками — розовыми, белыми, серыми, зеленоватыми.

Так было еще совсем недавно. Таково же положение и теперь в наиболее глухих, неосвоенных частях пустыни. Но в тех местах, куда пришел советский человек, ландшафт резко меняется, пустыня начинает отступать. Строятся города, поселки, возникают нефтепромыслы и другие промышленные предприятия. Для прибывающих сюда больших масс людей необходимо создавать удовлетворительные условия жизни. Прежде всего в пустыне приходится решать вопрос о воде. Глубоким бурением ее находят в недрах или же опресняют морскую воду. Но одной воды мало: людям нужен также подходящий для них микроклимат, который создается посадкой деревьев, нужны затеняющие стены домов лианы, нужны, наконец, цветы.

Эту задачу четко сформулировал один из пионеров освоения Мангышлака Р. А. Григорян: «... овощи, фрукты мы завезем для наших новых городов, строящихся на Мангышлаке, с Кавказа, из Астрахани в любом количестве..., но чтобы люди могли жить здесь, нужно создать микроклимат. Деревья, кустарники, лианы нужно выращивать здесь, на месте. Зеленые массивы мы не завезем ниоткуда».

УНЫЛЫЙ ПОЛУОСТРОВ

Климат Мангышлака пустынный, резко континентальный, с суровыми (до $-25,5^{\circ}\text{C}$)¹, ветреными, малоснежными зимами, короткой ветреной весной, жарким, сухим, безоблачным летом и длинной, сухой, солнечной осенью. Осадки (их среднегодовое количество — всего лишь около 120 мм) выпадают здесь в основном весной, оживляя многолетнюю растительность и вызывая к жизни небогатый видами эфемеровый покров. Некоторое значение имеют зимние и весенние туманы, идущие с Каспия и оживляющие наскальные и почвенные лишайники.

Почвы Мангышлака в основном серо-бурые, разнообразные по механическому составу и химизму. Часто они солонцеватые, имеют избыток гипса или же легко растворимых сульфатно-хлоридных солей, что приводит к образованию солончаков.

Растительность равнин полуострова — типично пустынная, низкотравная или мелкополукустарниковая, несомкнутая. Она состоит в основном из полыни различных видов. На солончаковых почвах Бузачи — царство разнообразных солянок. В горных районах растительность значительно разнообразнее и богаче. На пологих супесчаных склонах Каратау, покрытых рыхлыми отложениями, развиты ковыльники с примесью астрагалов и небогатой эфемеровой весенней растительности. На каменистых склонах встречаются тощие кустар-

ники — крушина Паласса, спирея зверобоелистная, изредка боярышник.

Около родников попадают небольшие поля полуоседлых казахов, выращивающих пшеницу, люцерну, джугару. Здесь встречаются группы деревьев: урюка, джиды, ивы.

Наиболее пустынные возвышенности Актау, сложенные известняками и мергелями, расчлененные каньонами. Возвышенности совершенно безводны. Для них характерны рассеянные, не связанные в группировки растения — *Anabasis*, *Crambe edentula* Fish. et Mey, левкой.

Более богата и разнообразна растительность песчаных массивов, приуроченных, как правило, к окраинам впадин. Бугристые или грядовые пески покрыты типичной псаммофитной¹ растительностью. Здесь встречаются джузгун, песчаная акация, солянка Рихтера,

¹ Псаммофиты — растения, произрастающие на песках и не встречающиеся на других субстратах.

черный саксаул, аристида, а также полыни и др.

На чинках, сложенных сарматским раковистым известняком, растительность более богата по видовому составу. Здесь встречаются кустарниковые и травянистые солянки, черный саксаул, ферула Карелина, обладающая мясистыми сочными съедобными корнями, кустарниковый колокольчик, крупноцветная карагана, виды *Zygophyllum*, многолетний левкой, ароматичные *Haplophyllum bungei* Trautv. и *Haplophyllum obtusifolium* Ledeb., лимонно-желтый василек, оносма и весенние эфемеры.

Растительность Мангышлака используется для выпаса курдючных овец и верблюдов. На пастбища полуострова кочевники пригоняют свои стада в основном весной, в начале лета и глубокой осенью. Небольшие стада казахи держат в горах круглогодично.

Интересно, что в недалеком прошлом Мангышлак почти не имел оседлого насе-



Хребет Каратау

¹ Зимой 1956—1957 г., по сообщению В. В. Романович, минимальная температура упала до -26°C .

ления. Вдоль всей береговой линии от форта Шевченко и селения Баутино до Красноводска в 1926 г. существовало всего две точки с оседлым населением: два деревянных дома рыбаков на берегу залива Кендерли и халупа с двумя метеорологами на берегу пролива Кара-Богаз-Гол.

Пресноводные родники изредка встречаются только в Каратау; возвышенности Актау, изрезанные каньонами, безводны и предельно пустыны. На Бузачи и кое-где в Карынжарыке уровень грунтовых вод местами близок к поверхности настолько, что воду можно получить, вырыв неглубокие ямы. На необъятных равнинных просторах Мангышлака кочевые казахи доставали воду из колодцев, достигающих глубины 54 м. Ближе к поверхности вода — на днищах впадин. Колодцы здесь менее глубокие. Но зато почти во всех вода жесткая, солоноватая, а нередко и сероводородная. Колодцы редко встречаются поодиночке, обычно они располагаются группами на дне западин.

ОЗЕЛЕНИТЕЛЬНЫЙ АССОРТИМЕНТ

На улицах Шевченко уже есть зелень. Одновременно с началом строительства здесь был заложен ботанический сад на 15 гектарах. Нашлись ботаники-энтузиасты, которые с любовью взялись за интродукцию растений и их испытание в местных условиях. Семена и черенки завозились сюда из ботанических садов Алма-Аты, Ташкента, Ашхабада и других городов Казахстана и Средней Азии. Многие виды растений «отказывались» ра-

сти на жестких известняковых почвах, не смогли выжить при поливах солоноватой водой. Некоторые не выдерживали летней жары и сухости воздуха, усугубляемой сильными, длительными ветрами.

В питомниках сада неоднократно высевались семена более трех тысяч видов растений. По сообщению директора Мангышлакского ботанического сада В. В. Романович, уже отобрано 252 вида растений, которые хорошо растут в дендрарии ботанического сада. Многие из них, выращенные в питомниках сада, образовали ныне насаждения на улицах, в парках, микрорайонах; вьющиеся растения покрыли стены домов и задрапировали веранды и мезонины.

Среди отобранных преобладают растения ксероморфные (засухоустойчивые), жаровыносливые и в достаточной мере солевыносливые. Это карагач перистовистый, тополь Болле, джида, туранга, гледичия, белая и розовоцветковая робиния, софора японская, шелковица, ясень американский, айлант, урюк, клены — ясенелистный и Семенова; из хвойных — биота и виргинский можжевельник; из лиан — пятилисточковый виноград, обвойник; из кустарников — аморфа, тамариски, пузыреплодник. Из местных здесь произрастает крушина Паласса, карагана крупноцветковая, малякокарпус.

Когда-то Тарас Шевченко, проходя по этапу через Астрахань, перед погрузкой на судно, увозившее его на Мангышлак, выломал ивовую палку. Прибыв в форт Александровский, он воткнул ее в землю и вырастил деревце. Эта ива сохрани-

лась до наших дней. Белые ивы, украшающие сейчас город Шевченко, выращены из черенков от ивы, посаженной великим украинским поэтом.

Первый опыт озеленения г. Шевченко дает уверенность в том, что в дальнейшем интродукция растений пойдет еще более успешно. Расширение озеленительного ассортимента должно идти за счет наиболее ксероморфных видов, устойчивых как к засухе и высоким летним температурам, так и достаточно морозостойких. Такие породы могут быть подобраны из североамериканских, европейских, среднеазиатских, в меньшей мере — из западно-китайских и средиземноморских растений.

Среди них прежде всего ясени сирийский и согдианский, клен Федченко, ильм китайский мелколистный, ива плакучая европейская, ива южная, каркас западный, маклюра, орех скальный, тополь поздний, петта, гледичия техасская. Из хвойных можно рекомендовать для испытания сосну крымскую.

Ассортимент кустарников может быть обогащен многочисленными видами боярышника. Залог его успешного выращивания — произрастание в Каратау одного дикорастущего вида боярышника. Должен быть сильно увеличен ассортимент тамарисков и шиповников.

Караганы, груша Регеля, барбарис, сирень персидская, буддлея очереднолистная, некоторые ирги (розовая, блестящая, многоцветковая), миндали, одноцветковая принсепия с ягодами, напоминающими вишню, (растение, по засухоустойчивости не имеющее себе равных), некоторые спиреи

японская айва, китайские карриоптерисы — все эти растения также должны быть испытаны здесь.

Из лиан здесь могут расти ломонос виноградолистный, американские винограды, японская жимолость и каприфоли. Среди этих растений значительное место должен занять местный мягкоплодник и дереза. Мягкоплодник имеет оригинальную листву, желтые цветки и съедобные ягоды, вкусом и видом напоминающие клюкву. В большом количестве он растет по каменистым обрывам, окаймляющим берега Каспия в окрестностях города Шевченко.

Опыт с травянистыми газонными и цветущими растениями в Шевченко также увенчался определенными успехами. В числе газонных растений хорошо показали себя лядвенец, многие мятлики, полевица столононосная и др. Их ассортимент также должен быть увеличен. В число цветущих ранней весной необходимо ввести тюльпаны, мускари, штенбергию, ирисы, некоторые эремурусы, луки.

Ассортимент летнецветущих (наряду с однолетниками) должен быть пополнен многолетниками: несколькими видами кореопсиса, рудбекий, многолетних астр, гелиопсиса, барвинком малым, винкой, церастиумом опушенным, стахисом пепельно-опушенным и многими другими.

Из вьющихся травянистых на первое место следует поставить клубневую буссингольцию, аспарагус вертикаллатус, горошек широколистный, однолетний японский хмель, клиторию. В озеленении населенных пунктов Мангышлака могут иметь



Дерево недалеко от колодца на пути из города Шевченко в форт Шевченко

значение среднеазиатские гигантские злаки — эриантус и дикий сахарный тростник, не считая уже испытанных здесь *Arundo donax* L. и чия. Для небольших водоемов можно рекомендовать розовую кувшинку, широко распространившуюся в водоемах Ташкента.

Шевченко лежит на берегах Каспия, и море до некоторой степени смягчает резкую континентальность климата. Города же в глубине Мангышлака, особенно Узень, имеют, вероятно, предельную континентальность,

и ассортимент растений для их озеленения будет, видимо, значительно уже, чем в Шевченко.

С большим энтузиазмом и верою в успех осваивают люди пустыню, еще недавно считавшуюся непригодной для оседлой жизни. Символ бесплодных мечтаний — полуденные миражи, манящие к себе и обманывающие жаждущего и изнывающего от жары путника призраком воды, в век социализма вытесняются зелеными оазисами, знаменующими победу человека над пустыней.

УДК 634:71



Один из озелененных микрорайонов города Шевченко



Камчатская тайга зимой. Снега столько, что рукой можно достать электрические провода

Камчатка — страна циклонов

В. С. Агалаков

Пос. Ключи, Камчатской обл.

Кто хоть раз побывал на Камчатке, надолго запомнит резкие и внезапные изменения погоды. И это не удивительно. Ведь климат Камчатки складывается под влиянием многих факторов, вызывающих эту смену, — специфики рельефа, циклонической деятельности над дальневосточными морями и северо-западной частью

Фото автора

Тихого океана, а также местного и общего дальневосточного муссона¹.

Существует распространенное мнение, что из всех этих факторов главная роль принадлежит муссону. Но это не так. Мы считаем, что не муссон определяет здесь погоду. Такое, на первый взгляд неожиданное, утверждение может показаться странным даже специалисту. Однако детальные метеорологические исследования на острове показали, что климат Камчатки в основном зависит от циклонической деятельности.

Восточное побережье Азии — граница самого большого материка и самого большого океана на земном шаре. В непосредственной близости друг от друга в зимнее время располагаются полюс холода — Оймякон и одно из самых теплых течений Северного полушария — Кurocuro. В холодное полугодие над Японскими островами и северо-западом Тихого океана контрасты

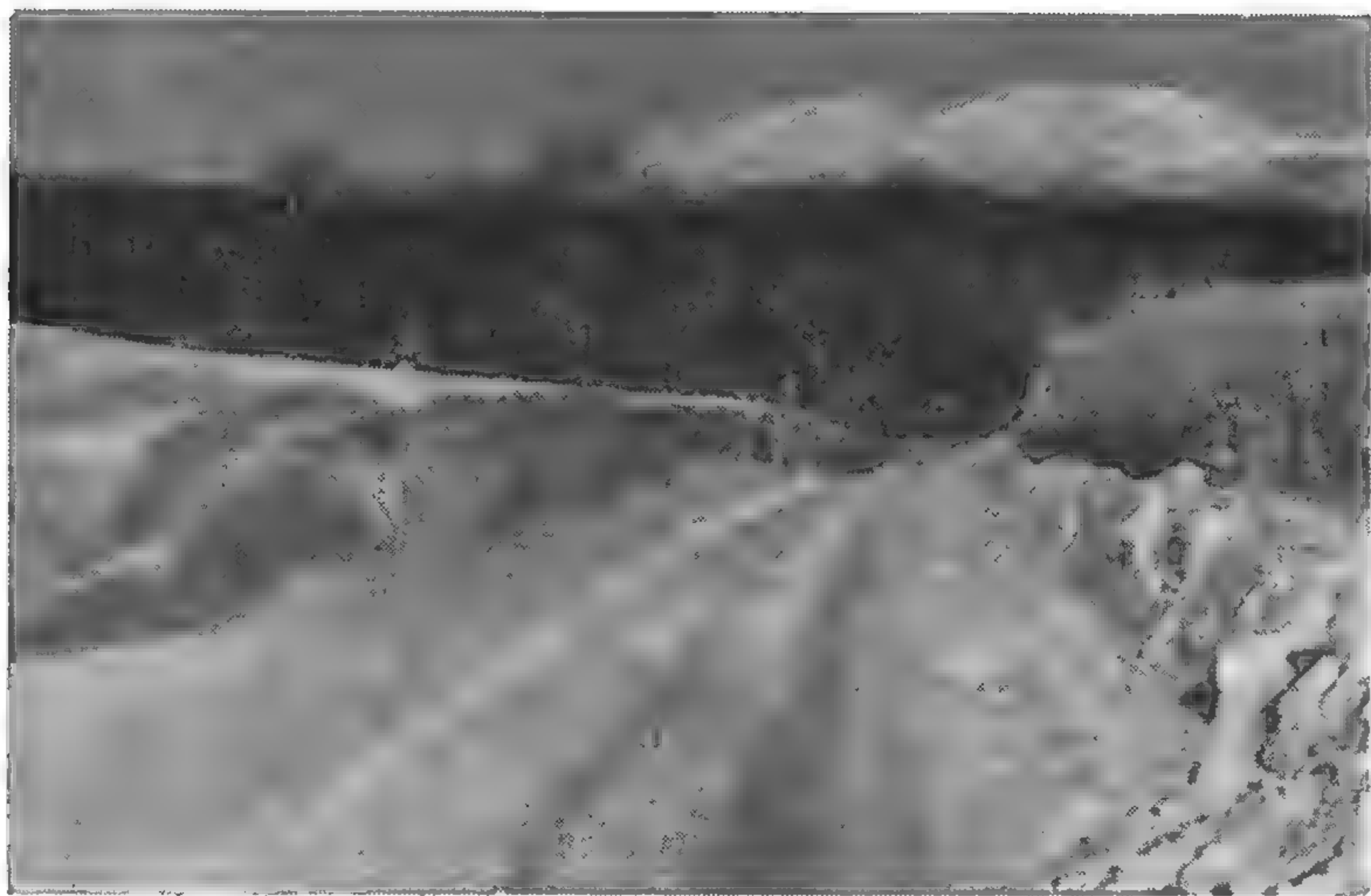
¹ Мы считаем муссон не просто сезонным разворотом ветра, а сложным комплексом погодных и климатических характеристик.

температур в тропосфере достигают максимальных значений. Здесь же наблюдаются самые сильные струйные течения в атмосфере. Предполагалось (и в последние годы подтвердилось), что в этом районе наблюдается наибольшая в Северном полушарии повторяемость циклонической деятельности и наибольшая глубина циклонов¹.

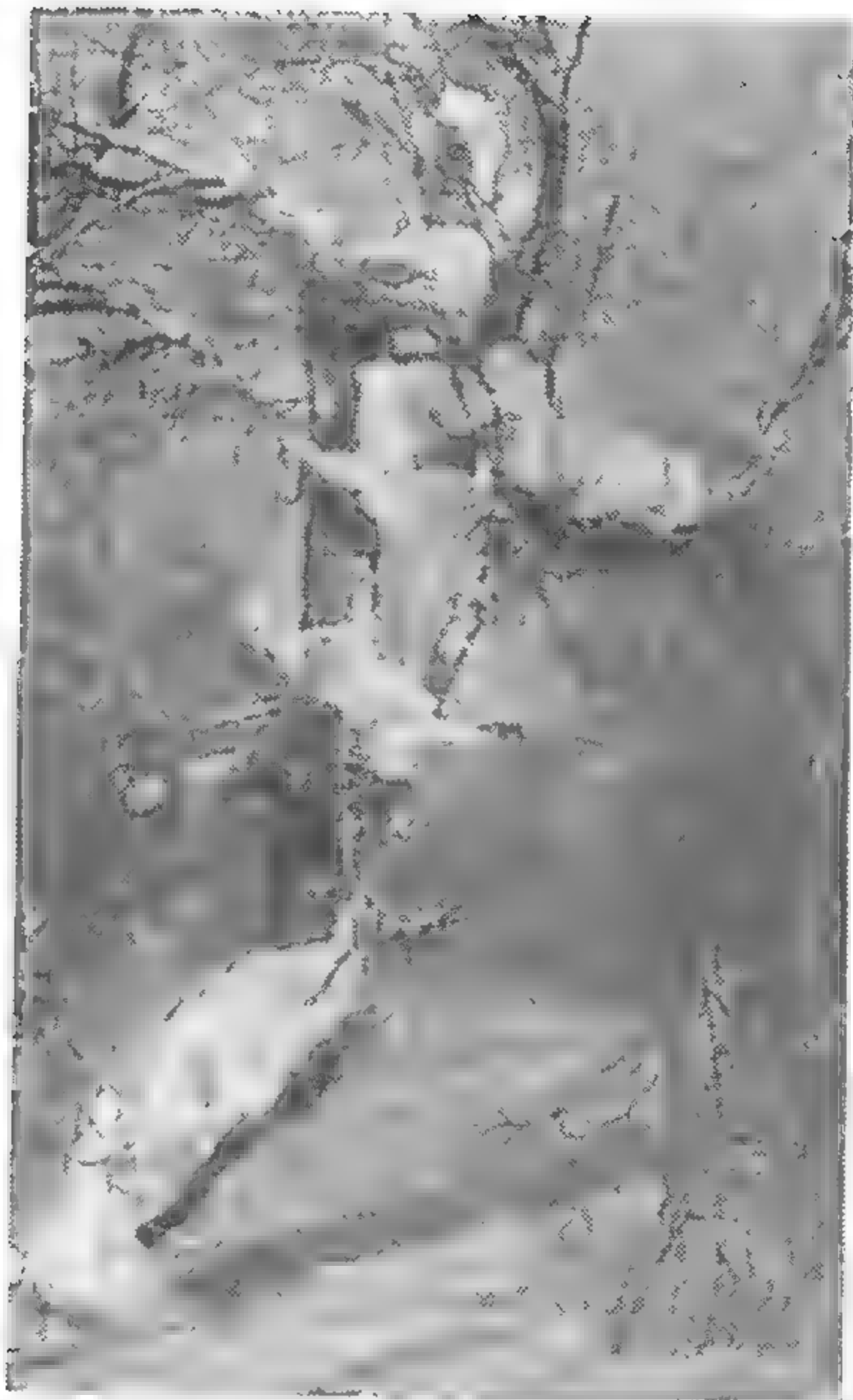
Особенности общей циркуляции здесь таковы, что воздушные массы в тропосфере из районов Приморья, Японии и Сахалина смещаются преимущественно на Курильские острова и Камчатку. Поэтому в течение года полуостров Камчатка оказывается под влиянием около 100 циклонов, более 5% которых достигают давления ниже 965 мб (60—65% циклонов наблюдается в районе полуострова в холодное полугодие).

Повышение циклониче-

¹ 15 сентября 1961 г. около южной оконечности Японии в тайфуне «Ненси» отмечено рекордно низкое давление, зафиксированное когда-либо на Земле на уровне моря в циклонах — 885 мб.



Вот они — зимние камчатские дороги



Если внимательно посмотреть на эту фотографию, можно заметить, что под влиянием ветра и снега искривлены деревья

ской деятельности в зимние месяцы вызывает усиление ветрового режима, увеличение количества дней с осадками и метелями. Зимой количество дней с метелями на полуострове колеблется от 40 до 60, причем скорость ветра достигает нередко 40—50 м/сек и более. Если же учесть, что зимние температуры воздуха колеблются в среднем в пределах 12—15°, а минимальные — 40—45° мороза, то станет очевидной значительная суровость климата Камчатки.

Уже первые исследователи Камчатки (С. П. Крашенинников, Г. Стеллер и др.) отмечали многоснежность и продолжительность (4,0—5,5 мес.) зимы на полуострове. Средняя высота снежного покрова самая большая в Советском Союзе — более 1 м! (в горах даже до 3 м, а в отдельных местах сильными ветрами набегают сугробы по 6—7 м). Снег ле-

жит в долинах от 180 до 250 дней в году, в предгорьях же отдельные снежники не успевают растаять за лето и сохраняются круглый год.

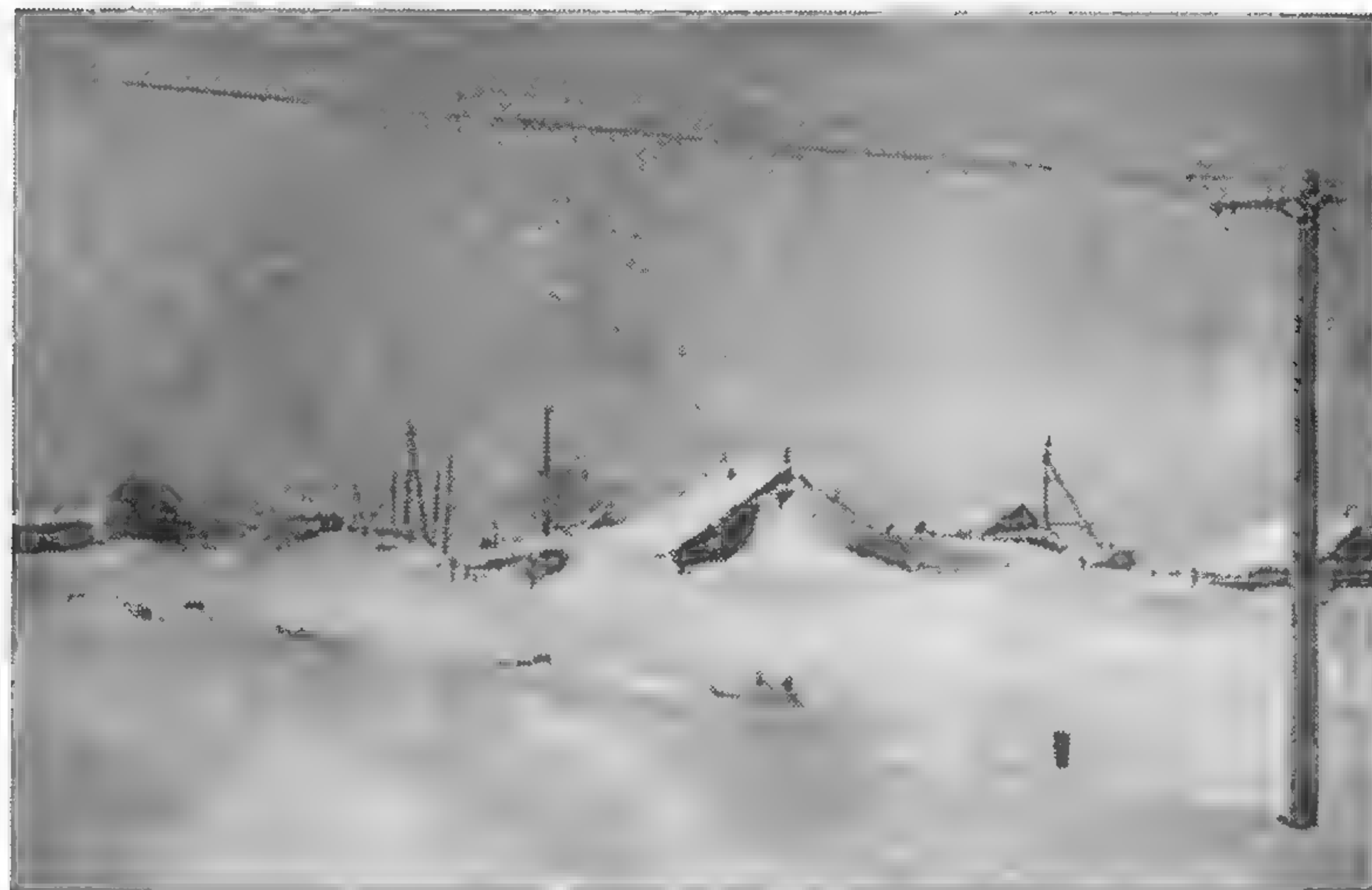
По сравнению с зимой лето на Камчатке в общем довольно спокойное, с умеренными средними температурами воздуха (10—14° тепла), обилием туманов по побережьям и редкими грозами. Длится оно фактически 2—2,5 мес., однако растительный мир успевает за это время одеть зеленый наряд, отцвести и принести плоды. Но как и зимой, режим погоды на побережьях значительно отличается от центральной части полуострова.

За счет уменьшения числа циклонов, выходящих к Камчатке летом, и их глубины количество дней с осадками и интенсивность самих осадков заметно уменьшаются по сравнению с зимой. Однако летом из-за ослабления ветрового режима, по данным осадкомеров оказывается, что на полуострове выпадает в 2—3 раза больше осадков, чем зимой. Именно это обстоятельство и давало основание считать, что главный фактор в

формировании климата Камчатки — муссонность, присущая почти всему восточному побережью Азиатского материка. А так ли это?

Материалы по гидрологическому режиму рек Камчатки, которыми мы располагаем, заставляют признать несоответствие расхода воды с годовым количеством осадков, регистрируемым метеорологическими станциями полуострова. В чем же тут дело?

Питание камчатских рек осуществляется в основном за счет атмосферных осадков, выпадающих в бассейне водосбора, и влияние остальных источников поступления воды ничтожно. Интересно сравнить данные по нескольким рекам. Возьмем самую крупную реку полуострова — Камчатку. Годовой ее сток равен 966 м³/сек, т. е. примерно такой же, как и у рек Анадыря (978), Оки (925), Дона (651) и Днепра (1340). Площадь водосбора у нее в два раза меньше, чем у Анадыря, в три раза меньше, чем у Оки, в семь раз меньше, чем у Дона, и в девять раз меньше, чем у



В глубине Камчатки после метели

Днепра. Средняя же величина стока Камчатки и других крупных рек полуострова (Тигиль, Еловка) составляет около 18 л/сек с 1 км², что в 2,5 раза больше, чем у Енисея, в 3 раза больше Волги, в 6 раз больше Днепра и в 8 раз больше Дона. На мелких же реках (Авача, Паратунка и др.) величина среднего стока резко возрастает и составляет от 30 до 50 л/сек с 1 км².

Цифры говорят сами за себя. Но каков расход воды в реке, таково примерно должно быть и ее поступление в бассейн водосбора в виде атмосферных осадков. Расчеты показывают, что подобный расход воды в р. Камчатке возможен, если среднее количество осадков в течение года в бассейне водосбора составляет 550—600 мм, а не 350—450 мм, как это счита-

лось до сих пор. Примерно такая же величина осадков получается, если по водоносности снега оценить количество осадков в холодное полугодие, полагая, что в теплое время осадки определены достаточно точно. Расчеты показали, что годовое количество осадков в бассейне р. Тигиль должно в среднем составлять 500—550 мм, Воямполки — 530—560 мм, Авачи — 890—910 мм, Паратунки — около 1400 мм и Озерной — около 2000 мм. Анализ этих данных дает право утверждать, во-первых, что общая сумма осадков на полуострове Камчатка занижалась почти в 1,5—2 раза и, во-вторых, что при всей неравномерности распределения осадков на полуострове на западном побережье в холодное и теплое полугодия выпадает при-

мерно одинаковое количество осадков, а в долине р. Камчатки (Камчатская депрессия), и особенно на восточном побережье, в холодное полугодие выпадает их почти в 1,5 раза больше, чем в теплое. Это подтверждает, что циклоническая деятельность — решающий фактор формирования климата Камчатки.

Черты муссонной циркуляции системы «Азиатский материк — Тихий океан» прослеживаются лишь на юге полуострова, и поэтому Камчатку целесообразно считать северной границей влияния муссона. Далее местная муссонная циркуляция между центральными районами и побережьями превосходит по своей интенсивности влияние общего муссона.

УДК 551.515

Обогащение пресных водоемов Крыма

*Профессор
П. А. Журавель*

Днепропетровск

Фауна внутренних пресных водоемов Крыма уже давно отличается крайней бедностью, что в свое время было показано Я. Я. Цеебом, И. И. Пуза-

новым¹ и другими авторами. Здесь издавна отсутствовали представители кормовой для рыб лиманно-каспийской фауны.

Причины такой обедненности кроются в специфических условиях этих водоемов: островное, а позже полуостровное положение Крыма; регулярно повторяющиеся в прошлом засушливые периоды; обмеление и сокращение, а также значительное осолонение озер; горный характер рек и т. д.

¹ См. Я. Я. Цееб. Зоогеографический очерк и история крымской гидрофауны. Уч. зап. Орловского педагогического института, сер. естествознан., 1947, в. 2, стр. 67; И. И. Пузанов. Своеобразие фауны Крыма и ее происхождение. Уч. зап. Горьковского университета, 1949, вып. 14, стр. 5.

В прошлом — в третичное и в начале четвертичного времени — лиманно-каспийская фауна в водоемах Крыма была значительно разнообразней, о чем свидетельствует состав ископаемых моллюсков.

В связи с обводнительными мероприятиями для ирригационных и питьевых целей в Крыму создаются водохранилища и ведется строительство Северо-Крымского канала (с системой водохранилищ).

При завершении строительства канала его длина будет достигать 425 км (один из самых больших каналов на юге СССР). Нам представляется, что водохранилища Крыма по своему характеру будут несколько



Начало Северо-Крымского канала (забор воды из приплотинного участка Каховского водохранилища)

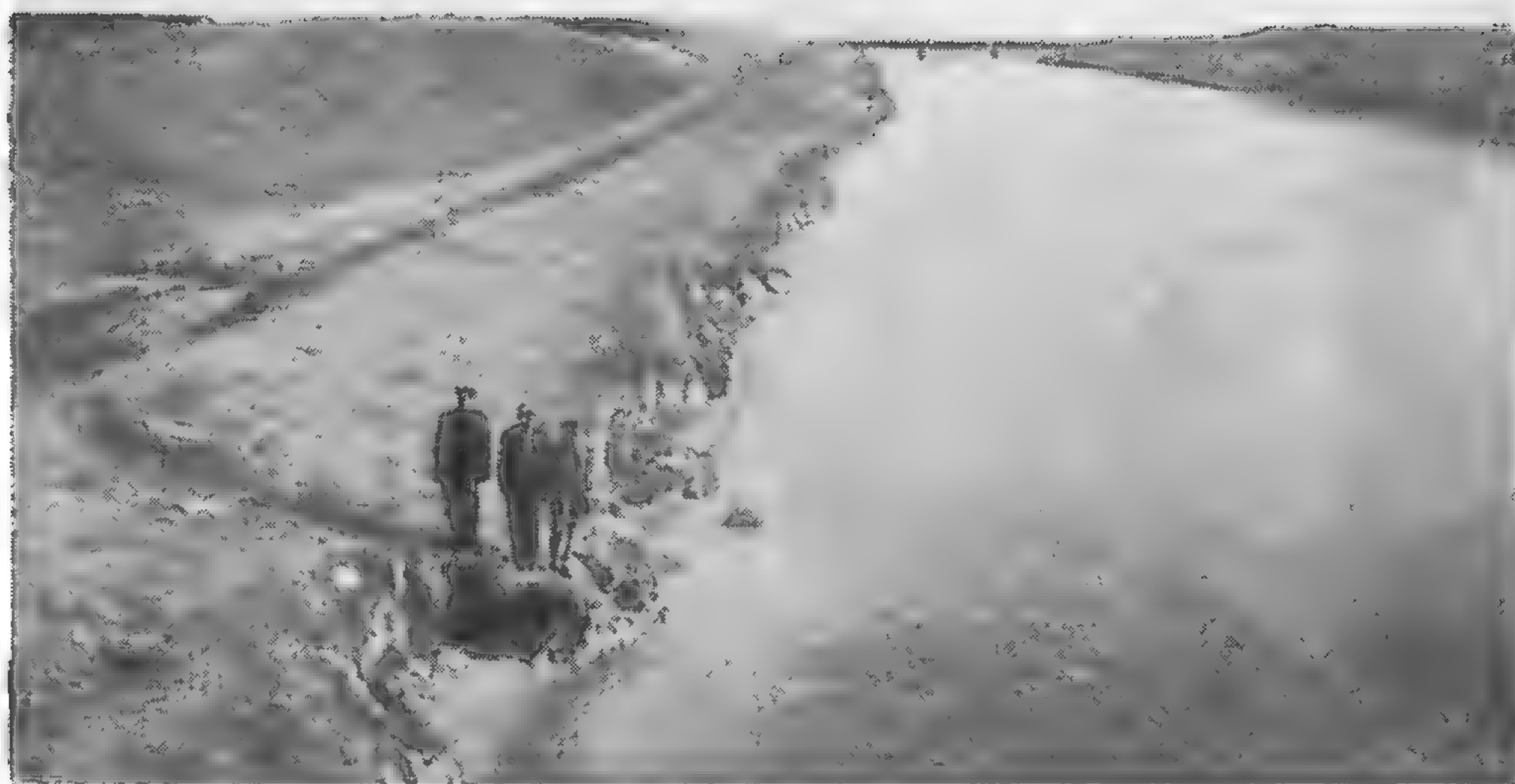
Фото автора

напоминать современные лиманы южнорусских рек и, вероятно, озера третичного и начала четвертичного вре-

мени этой местности. В них сочетаются южные и бореальные условия.

В Крыму уже существует

ряд водохранилищ: Альминское, Бахчисарайское, Белогорское-1 (Тайганское), Белогорское-2 (новое), Ка-



Северо-Крымский канал на участке Перекоп — Джанкой

Фото автора

мыш-Бурунское, Партизанское, Симферопольское, Старокрымское, Счастливецкое, Чернореченское, Фрунзенское (Аюдагское) и др. Минерализация воды в этих водоемах на протяжении года колеблется от пониженной до средней — сумма ионов в пределах 200—400 (в некоторых 500—600) мг/л.

С 1955 г. в водохранилищах Крыма начата акклиматизация объектов лиманно-каспийской фауны (силами сотрудников Днепропетровского института гидробиологии, Госуниверситета и Крымского педагогического института).

Цель акклиматизации — обогащение естественной кормовой базы рыб и усиление биофильтра. С этого же года начато вселение в водохранилища и рыб: тарани, леща, синца, судака (институтами гидробиологии АН УССР и Днепропетровского госуниверситета).

Из лиманно-каспийской фауны в водохранилищах успешно акклиматизированы некоторые амфиподы и мизиды.

Из амфипод особенно хорошо прижились и развиваются понтогаммар робустидес (*Pontogammarus robustoides*) и хетогаммар Варпаховского (*Chaetogammarus warpachowskyi*), а из мизид — лимномизис Бенедена (*Limnomysis benedeni*), мезомизис Ковалевского (*Me-*

somysis kowalewskyi), мезомизис интермедиа (*M. intermedia*).

В водоемах Крыма сейчас происходит процесс создания новых мощных очагов лиманно-каспийской фауны. Однако видовой состав вселенцев следует еще увеличить, чтобы иметь возможность отсюда расселить их в другие районы.

Уже сейчас некоторые водохранилища Крыма служат источником амфипод и мизид для вселения в другие водоемы. Так, акклиматизированных в Симферопольском водохранилище амфипод и мизид переселили в другие водохранилища Крыма, а также в Краснооскольское водохранилище Харьковской области (В. В. Дуккина), в Каунасское водохранилище Прибалтики (И. И. Гасюнас), где они очень хорошо прижились и развиваются в значительных количествах.

Акклиматизированные в водохранилищах кормовые объекты охотно поедают рыбы — тарань, лещ, синец, судак. Нагуливаясь на новых кормах, рыбы эти хорошо растут. В связи с высокой упитанностью у тарани полностью исчез лигулез.

Под влиянием иных условий среды у самих вселенцев происходят соответствующие биоэкологические и другие изменения (в росте, сроках размножения и др.).

Помимо акклиматизационных работ, в настоящее время новым мощным фактором в обогащении лиманно-каспийской фауны и рыбами водоемов Крыма становится Северо-Крымский канал.

Из приплотинного участка Каховского водохранилища по каналу расселяются: полихеты амфаретиды (гипания), дрейссены (полиморфная и бугская), амфиподы, мизиды, а также рыбы — промысловые и сорные (среди последних — тюлька, морская игла и др.).

Расселение лиманно-каспийской фауны по Северо-Крымскому каналу и его ответвлениям мы неоднократно наблюдали в различных пунктах — в Новой Каховке, в районе Каланчака, на участке Перекоп — Джанкой. Из канала представители лиманно-каспийской фауны и рыбы будут проникать и в систему его водохранилищ. Объекты, отсутствующие в фауне Каховского водохранилища, необходимо вселить в канал, а оттуда они попадут в другие водоемы Крыма.

Успешные акклиматизационные работы, проведенные в водоемах Крыма с лиманно-каспийской фауной, и расселение ее по каналу имеют не только важное практическое, но и теоретическое значение.

УДК 626.885

СОЗДАНИЕ НОВЫХ ФОРМ И ВИДОВ ЗЕРНОВЫХ РАСТЕНИЙ

Академик Н. В. Цицин

Коммунистическая партия уделяет огромное внимание вопросам развития естествознания. В Программе КПСС большое внимание обращено на решение ряда важнейших задач биологии, в частности на разработку различных способов управления жизненными процессами и на-

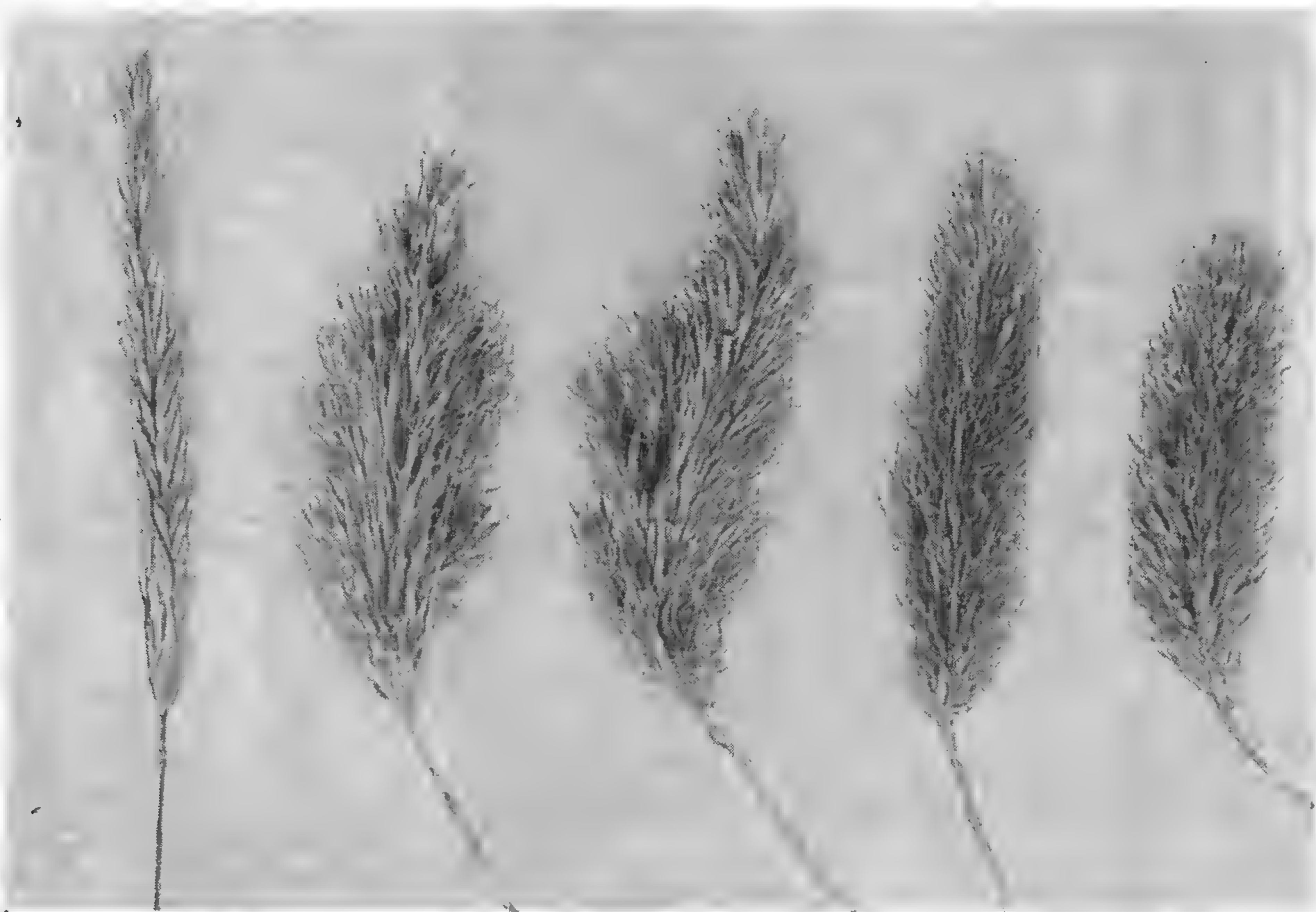
правленное изменение наследственности организма. Для ученых это очень почетная задача, но вместе с тем и весьма трудная.

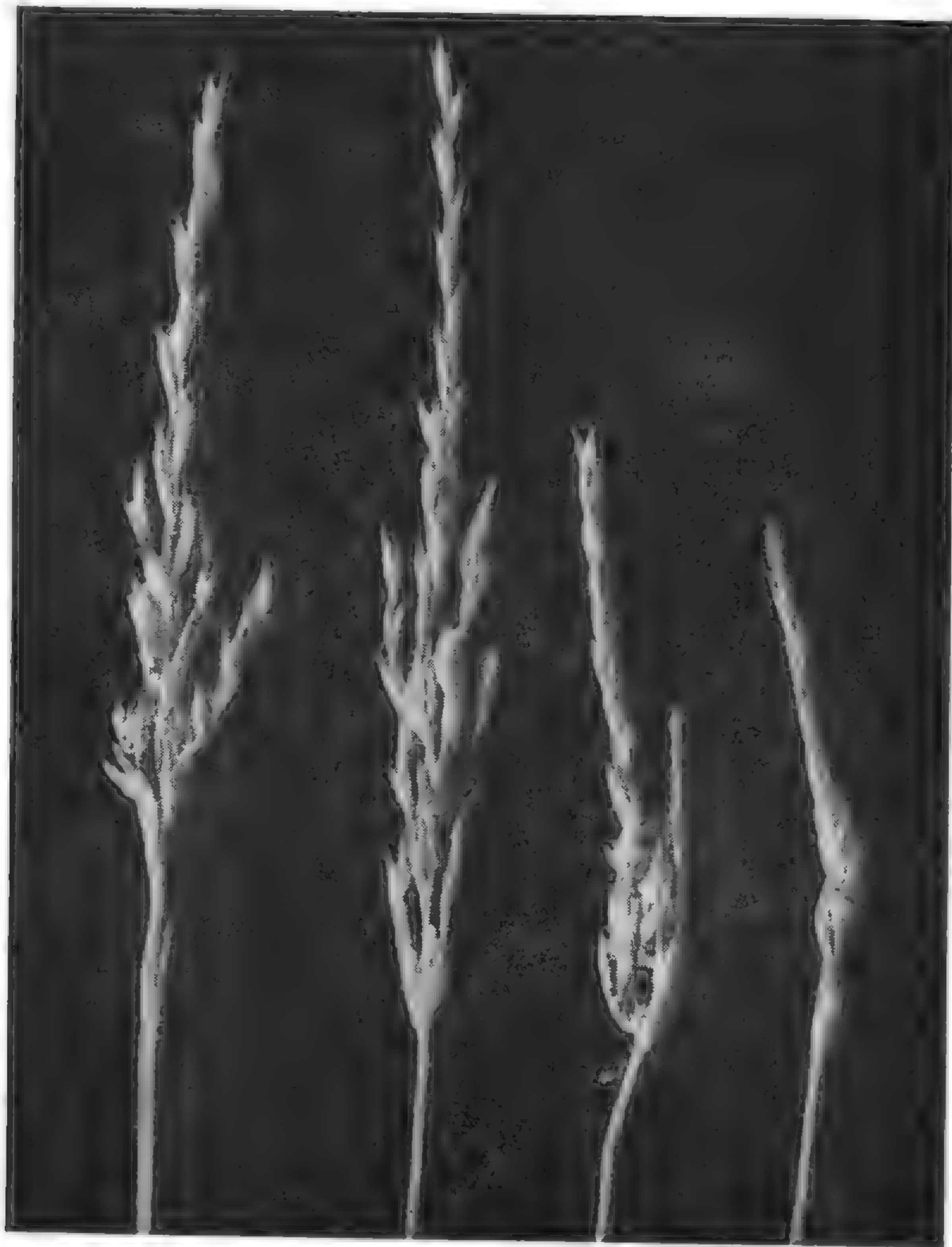
Теперь известно, что ДНК и РНК, можно сказать, везде. Так, ДНК найдена в хромосомах животных и растений.

Ей приписана наследственность — начало всех начал. В ней же зашифрованы коды наследственных признаков.

ДНК и РНК найдены в клетках всех исследованных органических существ, и это важное открытие подтверждает одно из основных свойств жизни — единство

Полиплоидная ветвистая рожь. Слева — колос обыкновенной озимой ржи





Ветвистые колосья пырея голубого

происхождения органической материи. Что же касается механизма наследования признаков, то здесь еще очень много неясных сторон, требующих дальнейшего изучения.

Управление жизненными процессами на высоком уровне — это дело далекого или недалекого, но будущего науки. В настоящее же время такое управление должно основываться на закономерностях, наблюдаемых как в самой природе, так и в эксперименте.

Исследования показывают, что можно создавать совершенно новые организмы: как похожие на

те, которые существуют, так и такие, которых в природе никогда не было. Другими словами, изучая закономерности наследования признаков и используя эти закономерности, можно научиться изменять наследственность в интересах человека.

В качестве примера мы можем привести достижения Лаборатории отдаленной гибридизации Главного ботанического сада АН СССР, где получены новые виды растений, например многолетняя пшеница, дающая урожай в течение 2—3 лет от одного посева. Известно, что нигде, никогда такой пше-

ницы ни в природе, ни в культуре не существовало. Ее впервые создали советские ученые.

К числу новых видов относится и зерно кормовая пшеница, обладающая свойствами продовольственной и кормовой культуры. Такой пшеницы также не было ни в культуре, ни в природе. Скоро она появится на полях наших колхозов и совхозов.

В строении колоса наши селекционеры также произвели настоящую революцию. Так, были созданы формы пшеницы, где число колосков на 1 колос значительно возросло: вместо максимальных 24 и редко 26 их теперь насчитывается до 30—32.

Известно, что все пшеницы мира в своих колосках имеют всего лишь до 5 цветков и количество зерен в них обычно не превышает 4. В созданных же нами формах пшеницы количество цветков в одном колоске достигает 9—11, а количество зерен — 6—7, в отдельных случаях — даже 9 зерен.

Если учесть, что каждое лишнее зерно во всех колосьях растений на гектаре в среднем приносит дополнительный урожай от полцента до цента, то станет понятным значение полученных нами результатов в деле управления наследственностью и формированием, являющимися основой жизненных процессов в преобразовании природы.

В природе также никогда не было ветвистой озимой ржи. Теперь же нами созданы как диплоидная, так и полиплоидная ее формы. Полиплоидная ветвистая рожь представляет собой новый вид, названный *Secale ramosum* Cich.

Диплоидная форма этой ржи нами получена в результате не искусственной, а естественной гибридизации между сортами озимой ржи в коллекционном питомнике. Возникшие самопроизвольно два растения отличались ветвистым строением колоса. Многолетняя работа с потомством этих растений

привела нас к получению новой разновидности ветвистой озимой ржи, в клетках которой содержится 14 хромосом, т. е. столько же, сколько у обыкновенной диплоидной ржи.

Интересная особенность ветвистой ржи заключается в том, что она может образовать при широкорядном посеве крупные, хорошо ветвящиеся, многоколосковые колосья с числом зерен, достигающим до 100 и более.

Многозерность — очень важный элемент урожайности. Известно, что ни один сорт озимой ржи в обычных культурных условиях не дает более 70 зерен на один колос. Поэтому озимая ветвистая рожь представляет большой селекционный интерес для создания нового высокоурожайного сорта. Однако несмотря на ряд положительных свойств — высокую урожайность и зимостойкость, повышенную устойчивость к грибным болезням, неполегаетость, — эта разновидность ржи имеет один существенный недостаток — мелкое зерно. Так, вес 1000 зерен районированного сорта озимой ржи Вятка московская обычно равен 28—30 г. У ветвистой ржи этот вес в среднем составляет 19—20 г.

Испытание ветвистой ржи в двух колхозах Дмитровского района Московской области показало ее преимущества перед районированным сортом озимой ржи Вятка московская по урожайности, неполегаетости и устойчивости против осыпания. Однако мелкозерность нового ветвистого сорта не позволила колхозникам оказать ей предпочтение. В связи с этим перед нами встала задача создать крупнозерный сорт ветвистой озимой ржи. Для более быстрого ее решения был использован метод полиплоидии. В результате обработки проростков семян ветвистой диплоидной ржи колхицином получилась полиплоидная форма озимой ветвистой ржи, имеющая в клетках уже не 14, а 28 хромосом. И, главное, зерно этого нового ви-

да озимой ржи резко отличалось своим высоким абсолютным весом: 1000 зерен весят уже не 19—20 г, как это было у исходной формы, а 30—32 г. При этом следует отметить, что зерно полиплоидной ржи отличается высоким содержанием белка.

Изучая полученные новые виды и разновидности ветвистой озимой ржи и ветвистой озимой пшеницы, мы обратили внимание на то, что они различны по характеру и устойчивости признака ветвистости их колоса

Ветвистая озимая рожь (как диплоидная, так и полиплоидная)

— перекрестноопыляющееся растение. Она устойчиво сохраняет в потомстве признак ветвистости колоса даже при повышенной норме высева.

Ветвистая же озимая пшеница (все ее разновидности) — самоопыляющаяся культура. Казалось бы, что признак ветвистости здесь должен быть проявлен с большей устойчивостью. Однако мы столкнулись с обратным явлением. У полученной нами пшеницы признак ветвистости колоса при загущенных способах посева как бы теряется, форма колоса, становясь обычной, сохраняет лишь некото-



Ветвистый колос ячменя (слева); ветвистый колос яровой твердой пшеницы (справа)



Колос обыкновенной мягкой пшеницы (слева); колосья гибридной ветвистой,

рые черты в своем строении, напоминающие о принадлежности ее к ветвистым формам.

Для получения высокоплодовитых форм зерновых растений в настоящее время нами ведутся работы по гибридизации созданных ветвистых форм озимой пшеницы с ветвистыми формами озимой ржи.

К числу наиболее интересных работ советских селекционеров относится скрещивание пшеницы с ветвистыми формами пырея голубого и удлиненного. В результате исследования формообразо-

вательных процессов нами получен ряд новых разновидностей, отсутствовавших до наших работ как в природе, так и в культуре. Позволю себе остановиться на этой работе несколько подробнее. Сельскохозяйственные работники, ученые и производственники проявляют большой интерес к так называемым ветвистым формам пшеницы. Это увлечение вполне оправданно. Учитывая, что в отдельных колосьях такой пшеницы насчитывается до 200 зерен, можно ожидать получения в перспективе сорта с весьма высокой урожай-

ностью по сравнению с обычной пшеницей.

Известно, что в мировых коллекциях ветвистые колосья имеются у трех видов пшеницы. Из них наиболее интересен *Triticum turgidum*. У нас он издавна известен под названием Английская или Семиколоска. Он мало распространен в производстве, так как имеет много существенных недостатков. Так, загущение посевов до пределов нормального травостоя, принятого для обычной пшеницы (до 4—5 млн растений на гектар), ведет к ослаблению признака вет-



озимой мягкой пшеницы (справа)

вистости, следовательно, и к уменьшению числа зерен. При несколько же большей загущенности (до 6—7 млн зерен на гектар) этот признак и вовсе исчезает и ветвистые колосья становятся обыкновенными — не ветвистыми. К числу серьезных недостатков этой пшеницы надо отнести и несоответствие корневой системы с прочностью соломы и тяжелым колосом. Это делает ее неустойчивой к полеганию. Кроме того, она не обладает достаточным иммунитетом к различного рода грибным заболеваниям. Хлебопшеницы ка-

чества ее довольно низкие.

Однако интерес к этой пшенице не ослабевает на протяжении многих лет; она испытывалась в различных странах как в прошлом, так и текущем веке. Испытания показали, что она вызревает в довольно ограниченных районах. По существу она пригодна для возделывания в основном лишь в дельте р. Нила.

Но сама идея иметь в производстве ветвистый сорт пшеницы, который бы обладал повышенной урожайностью благодаря специфическому строению колоса, по-

прежнему заманчива и представляет несомненный интерес.

Эта идея послужила для нас основанием к использованию в гибридизации ветвистых форм пырея с пшеницей в целях создания совершенно новых ветвистых форм.

В природе, если присмотреться внимательно, ветвистость колоса разных родов и видов злаковых распространена довольно широко. Так, на рисунке (стр. 46) изображены ветвистые колосья пырея голубого *Agropyron glaucum*.

Скращивание озимой пшеницы с ветвистой формой пырея позволило нам получить огромную гамму ветвистых форм как промежуточного, так и пшеничного типа. На рисунке (стр. 47) для сравнения показана ветвистая форма колоса ячменя и яровой твердой пшеницы.

В результате многолетних работ нами были получены совершенно новые разновидности мягкой озимой пшеницы с ветвистым строением колоса, в отличие от существующей (описанной выше) ветвистой твердой яровой пшеницы.

Шесть разновидностей новых ветвистых озимых мягких пшениц, созданных нами, являются константными, т. е. устойчиво повторяющими материнскую форму из поколения в поколение. Одни из них имеют неопушенный безостый красный колос с красным зерном или колос безостый белый с красным зерном. Другие имеют ветвистый опушенный безостый красный колос с красным зерном или колос опушенный безостый белый также с красным зерном.

В настоящее время нами изучаются в стационаре и в производстве сорта двух разновидностей ветвистой пшеницы — *V. albatosum*, имеющей остистый белый неопушенный колос с красным зерном и *V. rubroramosum* с остистым неопушенным красным зерном и колосом.

Наряду с высокой зимостойкостью, хорошей урожайностью, очень хорошими качествами зерна



Ветвистый колос гибридной пшеницы, расчлененный на колоски

и муки новые разновидности все же имеют и недостатки: при загущенных посевах признак ветвистости пропадает. Кроме того, сам характер ветвистости довольно разнообразен. Наиболее часто встречаются формы, имеющие колосья с ветвистым строением только в нижней половине колоса.

Сейчас мы стремимся к закреплению признака ветвистости по всей длине колоса. Эта трудная работа уже дала некоторые результаты. У нас сейчас есть новые формы, более устойчивые по этому признаку.

Как правило, зерно у новых ветвистых форм по абсолютному весу отвечает стандарту, но в среднем 1000 зерен не превышают 30 г. Это, конечно, в известной степени сказывается на урожае. Но тем не менее сорт, относящийся к разновидности *V. alboramosum*, в колхозе им. Тимирязева Истринского района Московской области давал урожай до 40 ц/га.

Интересно отметить, что ветвистая форма гибридной пшеницы склонна к несколько более легкому переопылению с гибридными неветвистыми формами пше-

ницы, и в результате процесса естественного формообразования возникают исключительно ценные и интересные формы для дальнейшей селекции.

Отдельные формы ветвистой пшеницы обладают весьма важным признаком — повышенной многозерностью верхней неветвящейся части колоса. Так, в отдельных колосках бывает до 5—6 зерен. При свободном переопылении таких форм довольно часто возникают многозерные формы растений, имеющие структуру колоса обычной пшеницы. Возникновение ветвистых форм наблюдается во всех поколениях гибридов.

Строение отдельных колосьев новой разновидности мягкой озимой пшеницы совершенно своеобразно. На рисунке показан основной стержень колоса такой пшеницы с ответвлениями на стержневых выступах, представляющих собой не колосок, свойственный обычной пшенице, а по существу целый колос в миниатюре, т. е. колос 2-го порядка. Наличие в таких вторичных колосьях 15—20—25 зерен соответствует содержанию зерна в колосе многих сортов озимой и яровой пшеницы при обычных средних урожаях.

Наряду с более простой структурой ветвистого колоса, изображенного на рисунке, мы получаем формы колосьев, строение которых несколько сложнее. Во всяком случае, во всех ветвистых формах пшеницы заложена огромная потенциальная урожайность, значительно превосходящая таковую у обычной пшеницы. Если обыкновенная пшеница в своем колосе содержит 30—40 зерен, то ветвистая в тех же условиях дает 60—80 зерен. В отдельных же случаях, особенно у растений на разреженном посеве, количество зерен повышается до 150 и более. Формы этой пшеницы, как правило, устойчивы к полеганию. Они обладают повышенным иммунитетом к листово-й и стеблевой ржавчине и, особенно, пыльной головне. Име-

ющийся в нашем распоряжении материал представляет собой огромную ценность для селекции высокопродуктивных форм пшеницы.

Отдаленная межвидовая и межродовая гибридизация является одним из важнейших факторов эволюции органического мира и одним из наиболее эффективных методов создания новых сортов, пород и видов растений и животных. Гибридное происхождение большинства домашних животных и растений подтверждено практикой и уже не требует особых доказательств.

Разработка и применение метода отдаленной гибридизации получает все большее значение в обогащении культурной флоры и фауны, в освоении новых районов под интенсивное земледелие, в лесоразведении, в озеленении городов и сел, в повышении производительности сельского хозяйства и в развитии ряда других отраслей народного хозяйства СССР.

Гибридизация растений и животных, относящихся к разным видам и родам, и особенно скрещивание культурных видов с дикими, позволяет не только улучшать сорта и породы, но и создавать новые виды, выгодно отличающиеся от исходных. Развитие работ по отдаленной гибридизации имеет также исключительно большое теоретическое значение в разрешении многих биологических проблем, например, видообразования, эволюции, филогении, интродукции, наследственности и др. Используя известные и вновь открываемые закономерности в опылении растений и открывающиеся при этом формообразовательные процессы, мы видим, что при современных знаниях мы можем сознательно управлять наследственностью.

Селекционеры и генетики, работающие в области отдаленной гибридизации, пришли к 50-летию Советской власти с достижениями, достойными советских ученых.

УДК 633.1

ИСААК ЯКОВЛЕВИЧ ПОМЕРАНЧУК

К ГОДОВЩИНЕ СО ДНЯ СМЕРТИ

Профессор Л. И. Ландау

Объединенный институт ядерных исследований (Дубна)

Все, кому приходилось работать с Исааком Яковлевичем Померанчуком, видеться с ним на семинарах, читать его труды, ясно понимали, что это крупнейший ученый, каких встречаются единицы. Он внес огромный вклад в развитие основных направлений физики — от физики твердого тела и низких температур до физики атомного ядра и частиц сверхвысоких энергий. Но описание этих работ не даст правильного представления о значении его деятельности, если не подчеркнуть то колоссальное влияние, которое оказывали щедрость его идей, сила его логики на работу отдельных ученых и целых научных коллективов.

Он умел находить крупные и острые проблемы, страстно увлекался ими сам и обладал редкостным даром увлекать других. Акад. Я. Б. Зельдович говорил, что Исаак Яковлевич на много лет определил направление его исследований, рассказав о первых работах по делению ядер. Жарким интересом откликнулся И. Я. Померанчук на публикацию труда Энрико Ферми о статистической теории множественного рождения частиц при высоких энергиях. Он не только сам написал краткую, содержательную статью, но увлек этой проблемой и акад. Л. Д. Ландау, который впоследствии произвел одно из самых глубоких исследований в этой области (я имею в виду гидродинамическую теорию рождения многих частиц).

Велико было влияние научного авторитета И. Я. Померанчука среди молодежи. Мои наиболее частые встречи с ним относятся к началу 50-х годов, когда в Дубне был запущен первый в нашей стране ускоритель протонов релятивистских энергий. Исаак Яковлевич приезжал к нам, молодым физикам-теоретикам, каждую неделю дня на два. И мы с трепетом ждали его неизменных вопросов: «Что у вас нового? Что сделали? Что вычитали в журналах?».

Человек он был резкий, требовал целеустремленности и полной отдачи сил. «Не отвлекайтесь», — любил говорить он нам и сам отвлекаться не умел.

С улыбкой вспоминаю обстоятельства своего знакомства с Исааком Яковлевичем. Оно произошло на экзамене по статистической физике, который принимал у нас, студентов МИФИ, акад. М. А. Леонтович. Группа оказалась очень большая, и на помощь М. А. Леонтовичу пришел тогда новый для нас человек — И. Я. Померанчук. Я подготовил билет и пошел отвечать к Исааку Яковлевичу, а он мне говорит: «Расскажите все, чему вас учили». Оказывается, он просто не знал точно, по какой программе нам читали курс. Я стал перечислять основные разделы и отвечал на попутные вопросы. Пожалуй, я не был бы так уверен в себе, если бы этот разговор произошел несколькими годами позже.

Исаак Яковлевич был абсолютно нетерпим к малейшей поверхностности (а он ее улавливал моментально), не переносил апломба, но был очень внимателен, когда нужно было что-то объяснить. Вспоминаю его на семинарах в Дубне. Вопросы, даже самые наивные и запутанные, задавать было не стыдно. И. Я. Померанчук сам помогал их формулировать, углублять, учил мыслить. Лаконичный, суховатый, он обладал сильнейшей способностью убеждать. Он умел быстро угадывать в человеке талант и чрезвычайно радовался успехам своих учеников. О работе сектора ИТЭФа, который он возглавлял, он любил говорить так: «Разве я им руковожу? Молодые люди мною руководят». Пренебрежение Исаака Яковлевича ко всему внешнему, полное отсутствие тщеславия проявлялось при самых разных обстоятельствах.

Таким мне запомнился Исаак Яковлевич Померанчук: резкий, прямой, человек одной страсти — беззаветно влюбленный в науку. Пусть поверят те, кому не приходилось с ним встречаться: знать его — человека, физика, наставника — было большим счастьем.



Свой творческий путь Исаак Яковлевич начал в 1935 г. в Физико-техническом институте в Харькове под руководством Л. Д. Ландау. Первая работа Померанчука была посвящена рассеянию фотона фотоном. Вместе с А. И. Ахиезером и Л. Д. Ландау он рассмотрел этот процесс для высоких энергий сталкивающихся фотонов.

В те годы основные научные интересы И. Я. Померанчука лежали в области физики твердого тела. В 1936 г. он вместе с Л. Д. Ландау впервые рассмотрел эффекты, связанные со взаимодействием электронов, переносящих ток в металлах.

И. Я. Померанчуку принадлежит одна из первых работ по теории рассеяния медленных нейтронов в кристаллах (1938 г.). Она послужила отправной точкой для целого направления исследований. Сам Исаак Яковлевич вернулся к этой задаче в 1947 г. В результате им и А. И. Ахиезером была дана общая теория неупругого рассеяния нейтронов в кристалле.

Первый крупный шаг в развитии теории теплопроводности кристаллической решетки сделал Померанчук в 1941—1943 гг., когда он опубликовал серию статей, в которых был проведен подробный анализ взаимодействий



Академик И. Я. Померанчук

Фото П. Зольникова

фононов в кристалле и построена теория теплопроводности диэлектриков при низких и высоких температурах.

В годы Великой Отечественной войны в Физическом институте им. П. Н. Лебедева АН СССР И. Я. Померанчук провел ряд исследований в области акустики, результаты которых не были им опубликованы. Об особенностях работы Померанчука в этой новой для него области классической физики рассказывал несколько лет назад студентам МИФИ акад. И. Е. Тамм. Не работавший до того над задачами акустики, Исаак Яковлевич был вначале несколько смущен поставленным вопросом. Однако через некоторое время, про-

анализировав его, он сказал И. Е. Тамму, что ответ совсем прост: «типичный альфа-распад». (Задача сводилась к прохождению звуковой волны через барьер.) Плодотворный перенос идей из одной области физики в другую — характерная черта И. Я. Померанчука, связанная с его глубокой заинтересованностью в развитии различных разделов физики и естествознания вообще.

К исследованиям по теории твердого тела примыкают его, ставшие классическими, работы по теории квантовой жидкости He^4 и He^3 . В работе 1950 г. И. Я. Померанчуком дано качественное рассмотрение квантовых жидкостей с энергетическим спектром типа Ферми. На кривой фазового равновесия гелия он предсказал существование минимума — знаменитый эффект Померанчука, полностью подтвержденный в дальнейшем экспериментами.

Вся мощь замечательного теоретика отразилась в его трудах по физике атомного ядра и элементарных частиц. И. Я. Померанчук внес важнейший вклад в создание теории ядерных реакторов в Советском Союзе. Он начал заниматься этим направлением в 1943 г., когда в нашей стране разворачивались научные исследования по овладению атомной энергией, и стал одним из ближайших помощников И. В. Курчатова — научного руководителя всей проблемы.

Для решения задачи осуществления незатухающей цепной реакции фундаментальную роль сыграли так называемые экспоненциальные эксперименты, проводившиеся И. В. Курчатовым. Эти опыты были бы невозможны без теории, и такую теорию построил И. Я. Померанчук.

Фундаментальным вкладом в представления об атомных реакторах была созданная им совместно с И. И. Гуревичем теория резонансного поглощения нейтронов в гетерогенных системах.

Большое значение имеют работы И. Я. Померанчука по теории критических размеров и температурных эффектов в реакторах.

Будучи одним из создателей диффузионной теории реактора, именно И. Я. Померанчук первый заложил основы более точных представлений, начав систематически применять кинетические уравнения к процессам замедления и диффузии нейтронов в реакторах.

Вклад в теорию реакторов не ограничивается научными трудами И. Я. Померанчука. По существу он создал советскую школу теории ядерных реакторов.

Другое направление исследований Исаака Яковлевича связано с исследованием так называемого магнитнотормозного (синхротронного) излучения, возникающего при движении релятивистской заряженной частицы в магнитном поле. Первая работа в этой области была опубликована им в 1939 г. Результаты ее имели большое значение для расшифровки сложной картины движения космических лучей вблизи Земли. Померанчук обратил внимание на одну характерную особенность потерь энергии частицей на магнитнотормозное излучение. Эти потери так растут с возрастанием энергии частицы, что после прохождения области пространства, занятой магнитным полем, энергия стремится к некоторому пределу, не зависящему от первоначальной ее величины. По этой причине приходящий из космоса электрон при движении в магнитном поле Земли теряет энергию таким образом, что на земной поверхности она не может быть больше, чем $5 \cdot 10^{16}$ эв.

В 1944—1946 гг. Исаак Яковлевич и его соавторы указали на важную роль магнитнотормозных потерь при движении электронов в ускорителях.

Большое значение имели совместные работы И. Я. Померанчука и Л. Д. Ландау по теории электронной лавины при высоких энергиях. Оказалось, что при достаточно высоких энергиях в процессе тормозного излучения одновременно участвует целая совокупность атомов среды.

В дальнейшем эта задача переросла в целую область физики, которая получила широкое развитие.

В 1947 г. И. Я. Померанчук рассчитал сечения аннигиляции позитронов на электронах с учетом поляризации и обнаружил, что в S -состоянии с полным спином 1 двухквантовая аннигиляция запрещена. Мало того, что эта работа легла в основу дальнейшего развития теории позитрония, она стимулировала доказательство (Л. Д. Ландау) строгой теоремы, которая играет важную роль для физики π^0 -мезонов и других частиц, распадающихся на фотоны.

Теорией элементарных частиц Исаак Яковлевич начал заниматься в начале 50-х годов. С тех пор и до самых последних часов его жизни проблема физики элементарных частиц была для него главной. Он искал и находил все новые и новые подходы к ней. В 1949 г. Исаак Яковлевич совместно с А. Д. Галаниным решает одну из важнейших задач кван-

товой электродинамики: влияние поляризации вакуума на расщепление уровней μ -мезоатомов. В μ -атомах эффект поляризации вакуума играет значительно большую роль, чем для обычных атомов. В это же время И. Я. Померанчук развивает феноменологический подход к теории сильного взаимодействия. В цикле дальнейших исследований была разработана теория взаимодействия π -мезонов с дейтронами (так называемое импульсное приближение).

Своей заинтересованностью, своим настоящим научным влиянием, правильной оценкой новой, растущей области физики Исаак Яковлевич фактически определил на долгие годы направление работ целого ряда крупных физиков нашей страны.

Так было и в предвоенные годы. Так было и при зарождении исследований на мощных ускорителях частиц.

В 1953 г., когда стало ясно, что теория возмущений совершенно неприменима к процессам взаимодействия π -мезонов и нуклонов, Исаак Яковлевич обращается к фундаментальной проблеме исследования общих свойств уравнений квантовой теории поля в тех случаях, когда взаимодействие нельзя считать малым. В это время Л. Д. Ландау и его сотрудниками были получены решения уравнений квантовой электродинамики при высоких энергиях. Анализируя совместно с Л. Д. Ландау эти решения, И. Я. Померанчук сделал вывод о возможной противоречивости квантовой электродинамики. Впоследствии он пришел к заключению, что такого рода трудности могут возникать и в мезонной теории.

Вывод о внутренней противоречивости теорий, опирающихся на лагранжев метод, привел Исаака Яковлевича к поискам других подходов к теории сильных взаимодействий, не использующих уравнений теории поля. Он возвращается к феноменологическому подходу. Основываясь на общих свойствах амплитуд квантовой теории поля, он получает ряд фундаментальных результатов.

Начиная с 1946 г. Исаак Яковлевич неоднократно возвращался к общим свойствам сильного взаимодействия при высоких энергиях. Переход к области предельно высоких энергий был не случаен. Он интенсивно искал в физике частиц такой объект, в котором сложнейшие закономерности сильного взаимодействия проявлялись бы наиболее простым образом. Известно, что при создании кван-

товой механики решающую роль сыграло знание свойств простейшей квантово-механической системы — атома водорода. В создании теории сильного взаимодействия Исаак Яковлевич отводил роль «атома водорода» процессам взаимодействия при предельно высоких энергиях. В 1958 г. на основе анализа дисперсионных соотношений он формулирует свою знаменитую теорему, согласно которой при предельно высоких энергиях сечения взаимодействия с нуклоном для частицы и античастицы должны быть равны.

Теорема Померанчука знаменовала рождение новой области науки — физики предельно высоких энергий. В последующие годы наука эта быстро и плодотворно развивалась. Над нею работают физики-теоретики в десятках научных центров во всем мире. Крупнейшие ускорители были использованы для экспериментальной проверки ее предсказаний. Исаак Яковлевич был признанным лидером этого направления. Совместно с В. Н. Грибовым с начала 60-х годов он разрабатывает подход к теории асимптотик, основанный на математическом аппарате комплексных угловых моментов. Почти все существенные результаты, полученные в этой области, связаны с именем Померанчука.

За научные работы Исааку Яковлевичу дважды была присуждена Государственная премия первой степени. Он был награжден орденом Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени и орденом «Знак Почета».

О значимости действительно большого ученого говорят не только его работы, как бы хороши они ни были. Очень важен круг вопросов, которые подняты им, какую школу удалось ему создать. У И. Я. Померанчука постоянно учились теоретики в ИТЭФ и в МИФИ, в Дубне, в Ленинграде, в Харькове. Его внимание было важно для многих экспериментаторов.



Исаак Яковлевич Померанчук умер 14 декабря 1966 г., на 54-м году жизни, через 15 месяцев после того, как у него был обнаружен рак пищевода. Даже того, как он прожил свой последний год, достаточно, чтобы понять, каким он был недюжинным человеком. Исаак Яковлевич продолжал работать до последних дней и часов. Свой труд об аннигиляции электронов и позитронов при высоких энергиях он закончил за два дня до смерти.

УДК 0.92: Померанчук

Из дневников В. И. Вернадского

18 июня 1884 г.

Придется, если будет хоть немного времени, подготовиться на тему: «Польза науки для сельского хозяйства» и читать ее в Научно-литературном Обществе¹⁷. Важность этого для меня не в том, чтобы напечатать, а в том, что я таким образом приобрету и приведу в систему факты и буду eo ipso¹⁸ в состоянии бить в спорах фактами, не буду находиться в том положении, как теперь, когда фактов знаю мало и приходится разъезжать на общем. Идеей такой работы будет главным образом значение наук наблюдательных: зоологии, ботаники, метеорологии, геологии. Необходимо указывать на то, что достигнуто вследствие развития этих наук для земледелия:

Состояние предсказания погоды в Западной Европе исключительно в полученных результатах. Результаты деятельности агрономических станций. Результаты исследования жизни насекомых для земледелия; исследование других вредных и полезных зверей; результаты химического и физического исследования почв; искусственное орошение; механические орудия; борьба против засух, изморозей и т. п.

19 июня 1884 г.

Одно время, давно теперь, я увлекался позитивной философией Огюста Конта, и это увлечение прошло не возвратно. Понятно, есть много, и даже очень много, в ней безусловно верного — это то, что философия должна основываться на данных науки, да это и не раз повторялось до Конта. Заслуга его та, что он смог так высказать это, что повлиял на многих. Но главные основания его постановки вопроса кажутся мне неважными. Во-первых, три пресловутых закона развития: теологический, метафизический, научный. Это обобщения, не совсем верные, и даже если бы они были и вполне точны, то придавать им такое значение, какое придает им Конт, — нельзя: они интересны для развития человеческого ума, важны, как факт, но имеют значение только исторического обобщения. Вообще Конт слишком высоко ставит ход человечес-



В. И. Вернадский, профессор Московского университета, 1901 г.

¹⁷ Студенческое научно-литературное общество было создано в Петербургском университете в 1882 г. На почве общих научных, философских и литературных интересов оно стремилось объединить все наиболее прогрессивные силы студенчества того времени. Из числа членов Общества вышли впоследствии крупнейшие ученые России — В. И. Вернадский, С. Ф. Ольденбург, А. Н. Краснов и др. Активное участие в жизни Общества принимал брат В. И. Ленина Александр Ульянов.

¹⁸ Тем самым (лат.).

¹⁹ Впоследствии в работе «О научном мировоззрении» В. И. Вернадский, вновь возвращаясь к характеристике позитивизма, значительно углубляет его оценку, подвергая особенно резкой критике позитивистское понимание соотношения частных наук и философии. В этой критике, относящейся к 1902 году, нельзя не видеть преемственной связи с критикой 1884 года. В. И. Вернадский подчеркивает, что «знаменитая схема позитивизма» есть именно только схема, не опирающаяся на реальные факты истории развития человеческой мысли. Попытки представить дело таким образом, будто в настоящее время наступил такой момент, когда философия перестает существовать как самостоятельная форма сознания и «в будущем должна быть заменена наукой», что «созидательная и живительная роль философии для человечества кончена», квалифицируются В. И. Вернадским как резко противоречащие прежде всего научным же данным, так как в действительности, «изучая историю научного мышления, мы видим, что философские концепции и философские идеи входят как необходимый, всепроникающий науку элемент во все время ее существования». В. И. Вернадский отмечает, что позитивистская концепция, стремящаяся похоронить философию, на деле сама «представляет не что иное, как отголосок одной из философских схем», т. е. по сути сама есть также определенная философия. В этом смысле уже сам факт существования позитивизма говорит против его собственных утверждений. В целом позитивистское понимание соотношения частных наук и философии характеризуется Вернадским как «ненаучная абстракция», как «не отвечающая действительности схема», которая «едва ли может выдержать пробу научной проверки» (В. И. Вернадский. Очерки и речи. Вып. 2, 1922, стр. 20, 22—23).

В этой связи вызывают недоумение бездоказательные утверждения В. П. Яковлева о «предрассудках позитивизма, унаследованных (?) В. И. Вернадским еще с 80-х годов XIX века» (В. П. Яковлев. В. И. Вернадский о соотно-

кого знания и подчиняет этому ходу систематизацию самого знания. Мы знаем, что приобретенное человеком не шло в строгом непосредственном последовании сообразно своей естественной связи. Темно выразился: ход истории указывает нам, что представления и знания шли не по связи внутренней, а в зависимости от свойств человеческого ума. Философия должна обнимать знание не так, как оно развивалось, а как оно нам кажется теперь наиболее верным. На этом основании Конт был неправ, когда [он] принял как важное разделение знания на отдельные науки — это не более как путь приобретения человеком знания, а не важное само по себе. Классификация наук Конта потому мне кажется не имеющей иного значения, как попыткой, неудачной, улучшить орудие развития человека¹⁹.

По моему мнению, знание — наука — есть общее мировоззрение, более или менее распространяющееся и касающееся каждого частного явления. Каждый человек должен обладать наивозможно большим знакомством с общими выводами [науки], [уметь] связывать их, знакомством с методами приобретения знания, и затем знать отдельных фактов только столько, сколько требуется для понимания общих выводов, для практической жизни, для развития отрасли науки, им избранной. Деления на науки чисто произвольны²⁰.

Мы знаем только о том, что существует материя. Кроме того, в нашей фантазии создается особый мир — мир, близкий к существующему, но образованный путем отвлечения от материи тех или других нераздельных ее признаков — математика. Итак, знание о материи и знание о мире математическом. Чем больше мы оставляем при отвлечении свойств материи — тем ближе мир математический приближается к миру материи. Но мы познаем не мир материи, как он есть, а не доходим до него — мы только познаем приближение к нему. Узнаем отношение человека к окружающей его природе, а так как сам человек есть нераздельная часть природы (материи), то человеческого, *de facto* не существующего, в представлениях немного. В свою очередь, мир математики заходит за пределы истины и истинное представление о существующем находится между ними, ближе к тому или другому представлению.

Я сказал, что мир математики образовался путем отвлечения от материи тех или других ее свойств. Такой путь дает возможность бесконечного развития этого метода, и мне кажется, что возможно ожидать больших успехов в познании истины путем развития технической геометрии, создания такой отрасли математики, где [были] бы движение, сочетание, где бы, наконец, сложение, вычисление касались не бесформенных частичек, а частичек с разнообразным строением.

В случае необходимости мы представление о природе принуждены разбить на целый ряд «наук», связанных между собой непрерывной цепью переходов. Во-первых, мы рассматриваем материю и ее свойства вне явлений, по возможности нам являющихся — физика, химия, кристаллология; во-вторых, природа, как она нам является: астрономия, геология и т. п. Наконец, наука о жизни.

3 июля 1884 г.

Есть вопросы в сельском хозяйстве, на которые необходимо направить наличные научные силы. Таковы для здешней местности²¹: вопросы о вредных насекомых (жуках и т. п.), грызунах и о малом количестве осадков.

Для истребления первых врагов необходимо найти средства. Меры, предлагаемые теперь, или действительно неисполнимы, или требуют больших затрат, чем привыкли тратить помещики при своем хищническом хозяйстве.

Вообще в возражениях и жалобах на бесплодность мер против всех этих бедствий много утрировки. Вы нам, де, советуете меры, которые будут дорого стоить и т. п. Наука негодна и т. п.

Необходимо ближе ознакомиться с предлагаемыми мерами и возражениями против них.

Другой вопрос — орошение. Здесь есть три пути: лесоразведение, дренаж и затем предсказание погоды и устройство хозяйства, принаравливаясь к известному распределению осадков во времени.

Есть такие необходимые меры борьбы, которые не по силам одному хозяину, а должны быть сделаны на средства земства или государства — истребление оврагов, оно может быть успешно только [тогда], когда истребляют всюду, не минуя ни одной десятины.

20 июля 1884 г.

Мне пришлось этим летом видеть две больших реки России — Волгу и Днепр. До сих пор я мог судить о реках только по Неве в городской ее части, да по тем рекам и речкам, которые переехал по железной дороге. Я знал о реках и их влиянии по тому, что читал давно, с детства — и читал я много, но неясно представлялись мне эти стоки жидкости на поверхности нашей планеты. Только теперь, когда я видел их воочию, я впервые понял всю их силу и все их могущество.

Тихо, медленно, изо дня в день размывая и слагая твердый материал своих берегов, они текут, несут свои воды, несут награбленное у земли, у материка и сносят его в море, загромождая свои устья. Велика река ночью, когда ясная ее поверхность едва колеблется от расходящейся зыби, когда пароход скользит по ней, и, разбивая ее поверхность, отбрасывает волны на берега реки. Здесь они находят одна на другую, сливаются, сцепляются, и шум от них едва-едва слышится нам вдали.

Когда заходит солнце и разноцветные облака востока неба отражаются в зыби реки, когда они, сливаясь, дают пеструю картину отраженных цветов, когда ничего не видно на берегах — крутом и высоком правом и песчаном левом — тогда в душу проникает какое-то спокойствие. Ты, думается мне, принадлежишь к той расе, которая при самых неблагоприятных условиях победила, покорила реки, и ты один решаешься нарушать покой векового старца-реки. Все живое перед ней отступает, ночью птица не скользит по ее поверхности, рыба спит, а ты идешь и гонишь к берегам

шени науки, философии, религии и морали. «Некоторые вопросы исторического материализма». Изд. Ростовского университета, 1962, стр. 85). Только непониманием существа взглядов В. И. Вернадского на философию можно объяснить попытки приписать ему «типично позитивистский» взгляд, что будто бы «истина раскрывается лишь в «положительной» науке, а философские представления слагаются из одних субъективных миражей» (В. П. Яковлев. Эволюция социальных и философских воззрений В. И. Вернадского. «В. И. Вернадский. К столетию со дня рождения». Изд. Ростовского университета, 1963, стр. 23). О якобы собственном В. И. Вернадскому «грузе позитивизма, как проявлении... буржуазного (!) сознания» пишет также И. А. Козиков (И. А. Козиков. Философские воззрения В. И. Вернадского. Изд. МГУ, 1963, стр. 64), Д. И. Гордеев и Е. А. Куражковская, ссылаясь на работу В. И. Вернадского «О научном мировоззрении» — т. е. именно на тот труд, в котором, как это было показано выше, была дана наиболее развернутая критика позитивизма, — упрекают ученого в «позитивизме в научных высказываниях» (Д. И. Гордеев, Е. А. Куражковская. Кризис теоретической мысли в геологии на рубеже XIX и XX вв. «Вестник МГУ», серия VIII, 1967, № 1, стр. 43), обнаруживая тем самым элементарное непонимание этой замечательной работы В. И. Вернадского. Однако если бы в этом мифическом «позитивизме» действительно заключалась точка зрения В. И. Вернадского, то он никогда, в частности, не мог бы отстаивать положение о единстве, неразрывности науки и философии, не мог бы постоянно подчеркивать великую ценность философии для развития науки. Ибо ясно: то, что состоит из одних только «субъективных миражей», никак не может находиться в единстве с тем, что заведомо из «миражей» не складывается, не может представлять для последнего никакой реальной ценности. Произвольно «причесывая» взгляды В. И. Вернадского под «позитивистские»,

ее воды — они расступаются и плачут монотонно о начале своего покорения.

Будет время — река совсем будет побеждена и будет производить ту работу, какая нужна мне, человеку. Когда будет это время — а теперь еще далеко [до него] при тех худых отношениях людей друг к другу, какие теперь существуют. Теперь Волга еще не покорена человеком и всюду видны следы ее неприязненных действий.

Вот Макарьев монастырь — он стоит довольно далеко от воды и около него внизу обрыва, на котором он белеет, стелется большая песчаная отмель. Но так было не всегда: еще 5 лет тому назад не было этой отмели и волны Волги подмывали берега Макарьева — базарная площадь, где когда-то бывала знаменитая ярмарка, теперь Нижегородская, смыта и исчезла в Волге; отдельные пристройки монастыря исчезли и еще год—два работы и монастырь не устоял бы — но Волга вдруг переменяла направление и стала подмывать правый берег. Лет 15—20 тому назад пароходы ходили по старой Волге и не могли ходить там, где ходят теперь в новом русле, образовавшемся лет 30—40 тому назад; теперь фарватер изменился и в старом русле не могут ходить пароходы, а ходят по новому Волжскому руслу. Было время, Сура и Волга в Васильсурске смывали те или другие части города: исчезла под водой базарная площадь и целый ряд домов, стоявших ближе к воде, но лет 5 тому назад Сура в две весны прорыла перешеек в 100 саженей ширины и 50—100 длины и стала впадать в Волгу совсем в другом месте — а старое русло осталось в виде более мелкого канала между Волгой и Сурой — но и теперь он мелеет — Сура отлагает здесь массы песку и скоро уже старое Сурское русло отмелью отделится от Суры и будет как бы глухим заливом Волги. Волжский фарватер бил в остров лунообразной формы и каждый год уносил до 10 саженей земли, теперь и Сура переехала к этому острову и бьет его с другой стороны. Волжский фарватер уносит землю от перешейка, отделяющего Волгу от Лутовского залива, старой старицы, где когда-то было течение вод Волги; года через 2—3 она прорвет этот перешеек и пароходы будут ходить по Лутовскому заливу — Волга оставит в стороне от себя старинный прибрежный город Васильсурск.

8 августа 1884 г.

Часть Васильсурского уезда²² еще недавно представляла из себя сплошные девственные леса — хвойные на севере и лиственные на юге и в немногих других местах. Почва хвойных [лесов] большей частью песчаная, а лиственные (дуб, осина, липа, береза) на глинистой почве (Мелковка, Сапино, Юрино). Эта глинистая почва образовалась, по видимому, вследствие наноса весенними разливами. Теперь эти леса вырубаются; принадлежат они большей частью помещикам (Шереметьеву, Голицыной, Матвеевскому) и казне; крестьянам досталось очень мало. Сохраняются только казенные леса; помещики и купцы рубят безжало-

В. П. Яковлев, И. А. Коликов, и др. «уличают» его в отсутствии логической последовательности, в действительности обнаруживая эту непоследовательность у самих себя.

²⁰ Принципу целостности, единства научного знания В. И. Вернадский придавал чрезвычайное большое значение. Этим объясняется его настороженное, скептическое отношение к различного рода искусственным попыткам дать классификацию наук, предпринимавшимся в прошлом рядом философов (Конт, Риккерт, Виндельбанд и др.).

²¹ Имеется в виду Новомосковский уезд Екатеринославской губернии.

²² Нижегородской губернии.

стно. Так, Шереметьев вырубил уже более 10 000 десятин, Матвеевский ежегодно вырубает до 20 000 деревьев (строевых). На месте вырубленного редко что рождается — почва никуда не годится; после хвойных [остаются] одни дюны. Таким образом, происходит вредная работа, так как при подобном первобытном ведении хозяйства портится достояние всего государства. Не касаясь спорного и неясного для меня вопроса о влиянии леса на климат и на наземные воды, вред лесоистребления я вижу здесь в том, что истребляется накопленный веками строительный материал и что земля, которая давала пропитание человеку, перестает его давать и делается негодной для него.

Десятина леса здесь вполне вырастает в 150—200 лет и, разделя [лес] на правильные участки, на 150, 200 [лет] возможно пользоваться лесом постоянно. Пора смотреть на леса, как на такие же полезные и подчиненные человеку насаждения, как хлебные поля или как поля растений, необходимых в технике. Разница вся в том, что леса труднее развести, а потому, где они есть и где кроме них ничего расти не может, там надо пользоваться ими с разумом. Иначе это есть кража, воровство общего достояния и против хищников вроде Матвеевского, Шереметьева необходима власть закона.

28 августа 1884 г.

Мне кажется, упущена одна сторона минералогии, имеющая большую важность. Это географическое распределение минералов. Уже давно и постоянно обращают внимание на месторождения: в кабинетах группируют и сортируют, ценят минералы по месторождениям, но обработки [полученных данных] нет. Между тем, минералы — суть памятники реакций, происходивших на земном шаре, по ним можно восстановить несколько тот химический процесс, какой происходил и происходит на земле. Кто знает, может быть, есть законы в распределении минералов, как есть причины возможности образования той или другой реакции именно в этом месте, а не в другом. Историю планеты можно рассматривать как историю интенсивного изменения материи в одном месте мирового пространства, и этот ход [изменения материи], без сомнения, совершается с большой правильностью. Гипотеза Лапласа — Канта уже предполагала такой взгляд на планету, но она касалась только самого простого случая и не могла разработать его вполне. Минералогия должна дать ответ на наш случай; исследуя распределение реакций на земле в пространстве и времени, она даст нам ответ на [вопрос о] законах изменения материи, ныне совершающихся в небесном пространстве ²³.

Метеориты, может быть, могут указать на другой интересный факт. У нас на земле все совершается при мало изменяющейся силе тяжести, тогда как на других телах сила тяжести иная и реакции должны быть несколько иные.

²³ Здесь В. И. Вернадский дает поразительное по своей цельности и глубине изложение основных идей генетической минералогии, разработка которых на протяжении последующих 60 лет привела его к ряду выдающихся научных открытий и к созданию новых научных направлений — геохимии, биогеохимии, радиогеологии.

²⁴ То есть, диссимметрических, вращающих плоскости поляризации света вправо или влево.

²⁵ Арагонит, кальцит, рутил, анатаз — природные минералы.

²⁶ См. прим. 25.

30 августа 1884 г.

Изучение связи между кристаллической формой и составом, мне кажется, надо поставить на другую ногу. Необходимо рассматривать тела диморфные и исследовать разность их химических свойств, подобно тому как есть связь в энантиоморфных ²⁴ кристаллах между расположением пластинок и вращением плоскости поляризации. Я хочу взять арагонит и кальцит ²⁵ или какое-нибудь другое подобное тело и исследовать их разное действие как в физических, так и в химических действиях; необходимо брать численные факты: растворимость, противодействие кислотам etc. Выражая разные связи эмпирическими законами и вообще числами, можно, может быть, найти числовую связь. Еще лучше взять тела, подобные рутилу и анатазу ²⁶ (одной системы). Здесь подходили с другой стороны к вопросу, какой думали разрешить изоморфизмом. Неизменным остается химический процентный состав, изменяется кристаллическая форма: если изменение формы зависит от особой группировки атомов в молекуле, то это должно иметь влияние на разные другие качества вещества и их можно связать с формой (изменением).

27 сентября 1884 г.

Разбираясь несколько в фактах оптических свойств, поражаешься массой произведенных измерений, нагроможденных без всякого толка. Трудность их велика, точность не особенная, выводов не сделано. Мне кажется, что оптическими исследованиями кристаллических средин воспользовались только с одной стороны — теории света, но это есть равно и явление строения [кристаллов] и это как-то не обращало на себя внимания.

11 января 1885 г.

Что такое пространство и время? Вот те вопросы, которые столько веков волнуют человеческую мысль в лице самых сильных ее представителей. И если бы мы, отрешась по возможности от всех тех представлений о пространстве и времени, которые ныне господствуют в философии, запутавшейся в сложных явлениях человеческих впечатлений, здравого смысла, обыденного знания, перенесли решение этого вопроса на более абстрактную почву, может быть, мы достигли бы какого-нибудь результата.

Бесспорно, что и время и пространство отдельно в природе не встречаются, они неразделимы. Мы не знаем ни одного явления, которое не занимало бы части пространства и части времени. Только для логического удобства представляем мы отдельно пространство и отдельно время, только так, как наш ум вообще привык поступать при разрешении какого-нибудь вопроса.

В действительности ни пространства, ни времени мы в отдельности не знаем нигде, кроме нашего воображения. Что же это за части неразделимые — чего? Очевидно того, что только и существует, это — материи, которую мы разбиваем на две основные координаты: пространство и время.

УДК 92.: Вернадский



В. И. Вернадский в год ухода из Московского университета, 1911 г.

МНИМАЯ ЗЕМЛЯ В АРКТИКЕ

История полярных исследований знает случаи, когда сообщались сведения о вновь открытых землях, но потом их уже не удавалось найти. Мы вспомнили об этом, когда во время разведки льдов в Карском море (10 сентября 1964 г.) были свидетелями интересного явления. Полет самолета происходил в сложных метеорологических условиях; густой туман спускался почти до самой поверхности моря и высота полета на превышала 50 м. В 13 час. по московскому времени, развернувшись в очередной точке, взяли курс на о-в Воронина. Километрах в четырех от острова туман рассеялся и впереди показался низменный островок с навигационным знаком посередине. За ним просматривалась свободная от льда «чистая вода».

Приглядываясь к острову, неожиданно справа от него мы ясно увидели неизвестную нам куполообразную землю с характерным светлоричным оттенком поверхности, присущим арктической тундре в это время

года. Мы были очень удивлены: ведь до ближайших гористых островов Северной Земли было не менее 100 км! Эффект был настолько силен, что во избежание столкновения самолет набрал высоту. А через две минуты все выяснилось: на экране локатора четко рисовался только один о-в Воронина, других островов поблизости обнаружить не удалось.

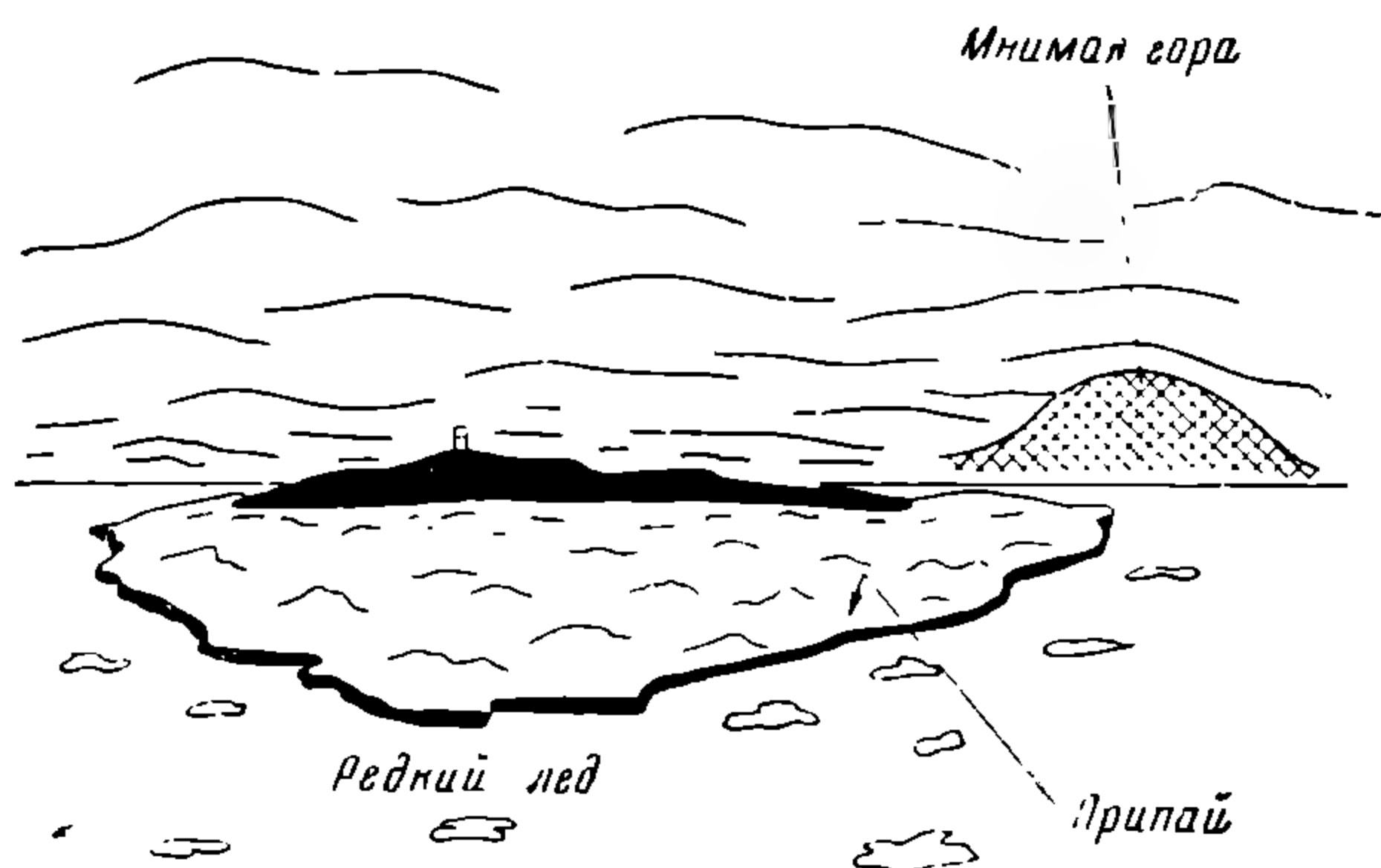
Пробившись сквозь облачность вниз, на самой нижней ее кромке мы увидели то, что принимали за неизвестную землю. Нижняя кромка слоистой облачности, волнообразно изгибаясь, образовывала прогибы причудливых очертаний. Более темный задний фон (облака, в которых отражалась «чистая вода», так называемое «водяное небо»), подсвеченный низко расположенным солнцем, в лучах которого преобладала красная часть спектра, окрашивался в светлоричный цвет с темноричными пятнами. Это и создавало полнейшую иллюзию земли, покрытой

побуревшей полярной растительностью. Ближе расположенная облачность, в которой образовался плавный гороподобный изгиб, была более светла за счет подсвечивания редким льдом и припаем («ледяное небо»).

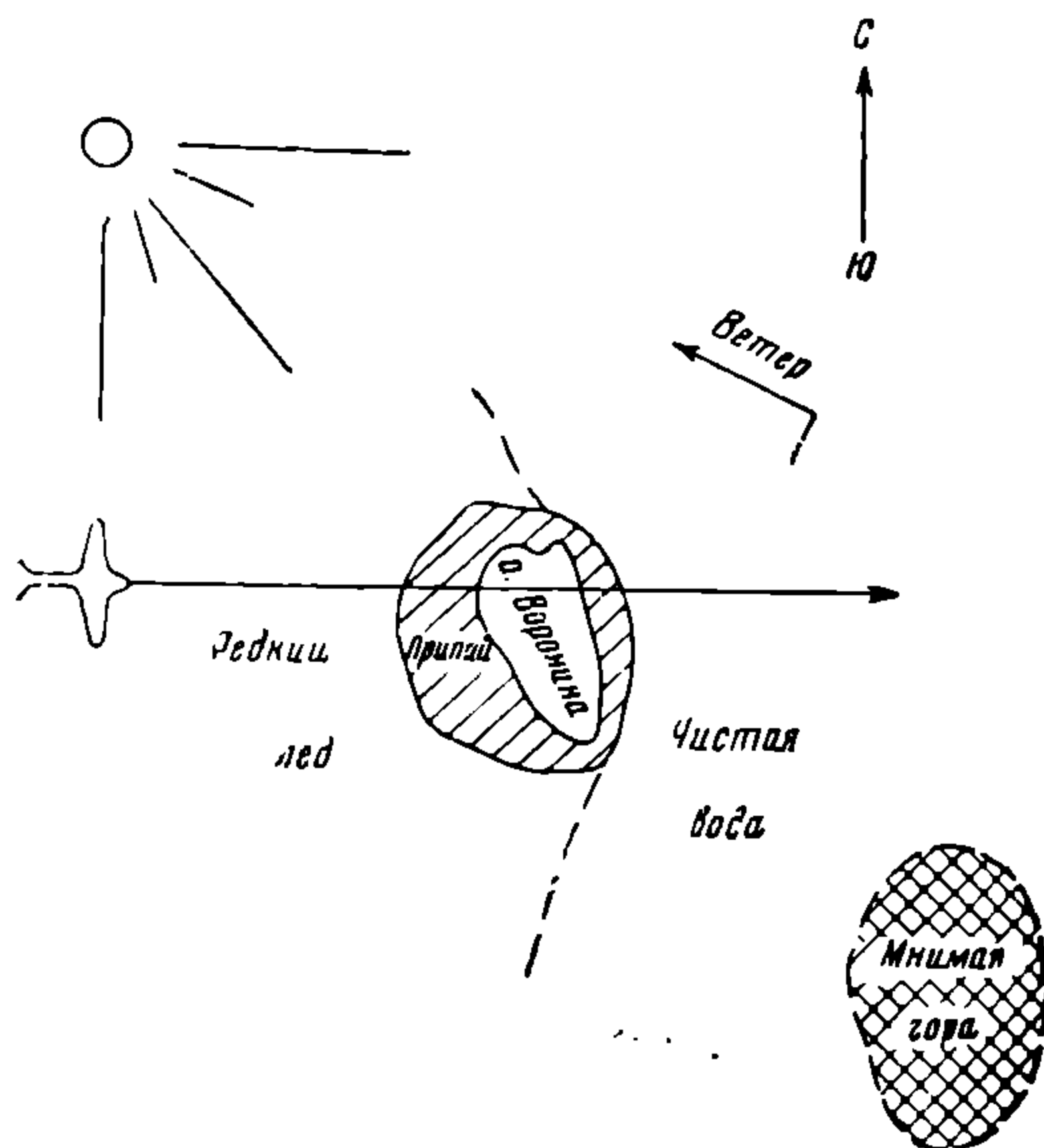
«Земля» исчезла, зато почти по всему горизонту ясно различались невысокие холмистые берега. Отличить их от настоящих было совершенно невозможно и только тонкая оранжевая полоска, отделявшая мнимые холмы от горизонта, показывала, что земли эти — оптический обман.

Подобные явления в Арктике, по-видимому, не так уж редки, ибо низкая облачность, небольшие полыньи «чистой воды», дающие «водяное небо», низкое положение солнца (отсюда преобладание красных лучей спектра) — обычная для этих широт картина. Не послужили ли они одной из причин появления гипотетических земель Санникова, Андреева и т. п.?

В. С. Антонов
Арктическая научно-исследовательская
обсерватория (о-в Диксон)

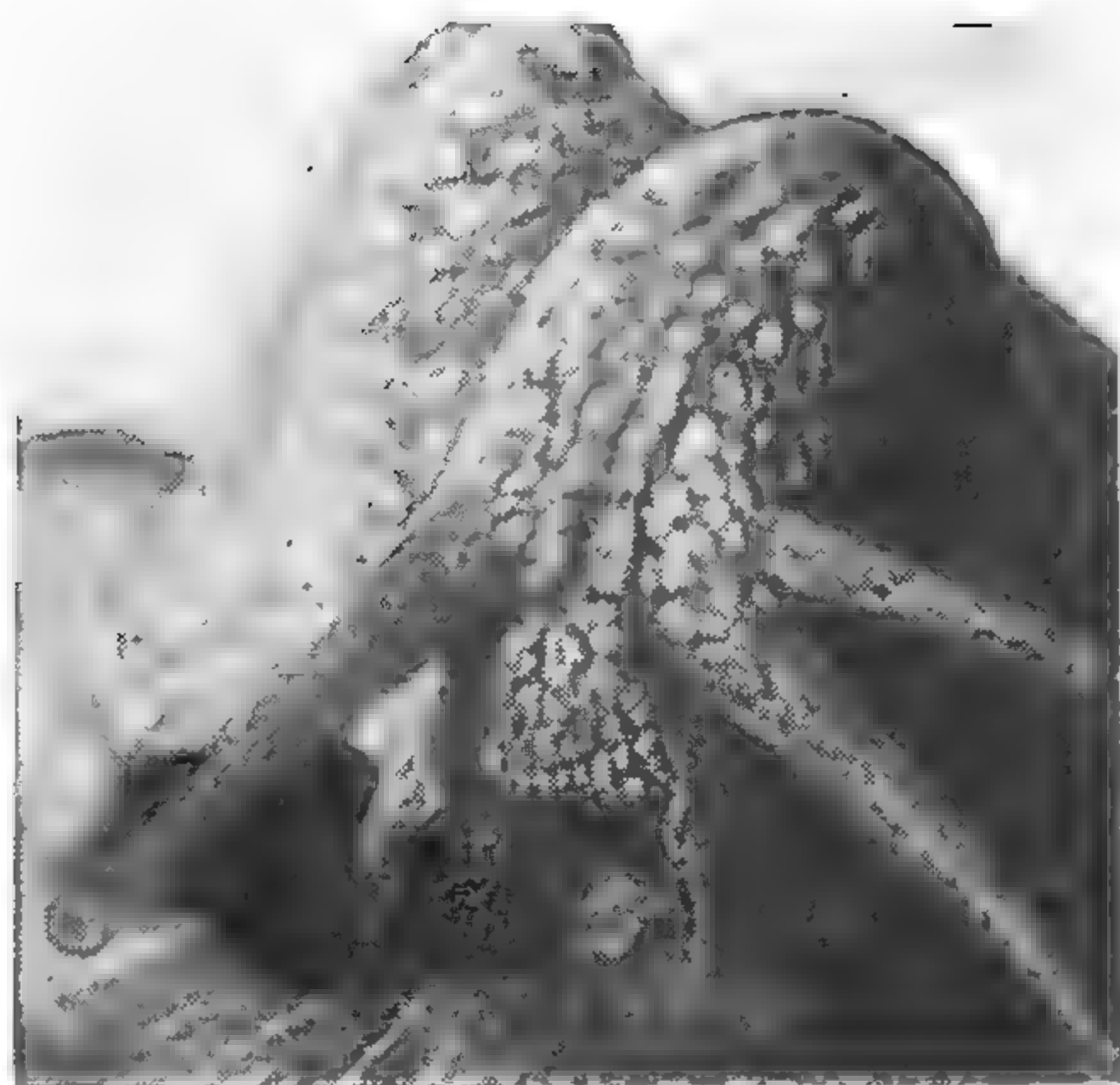


Вот какой вид открылся нам с самолета



План района наблюдений

ВИНОГРАДНАЯ УЛИТКА ПОД КУРСКОМ



Публикуемый снимок виноградной улитки (*Nelix pomatia*) сделан в пригородной зоне Курска. Здесь, в долине, образованной лесистыми склонами двух холмов, этих улиток очень много.

Каким образом мог попасть сюда брюхоногий моллюск, не входящий в состав местной фауны?

Парк санатория — бывшее имение князя Нелидова. Узнав, что мясо моллюска съедобно и весьма приятно на вкус, Нелидов, будучи во Франции, решил захватить с собой виноградных улиток, поселить их в своем имении и удивить соседних помещиков «заморским» блюдом.

Виноградных посадок, как известно, под Курском нет, и виноградные улитки были выпущены просто под полог леса возле родника на увлажненную почву. Там они акклиматизировались и зимой выдерживают морозы, достигающие до -30° . Зимуют улитки, зарывшись на глубину 15—20 см под опавшие листья в разрыхленную землю. Численность их составляет здесь 10—15 экземпляров на 1 м². Автору заметки удалось обнаружить экземпляр виноградной улитки с тремя глазными щупальцами вместо двух (см. рис.).

Места обитания этих моллюсков служат «природной кладовой», где курские институты черпают биологический материал для лабораторных занятий.

В. С. Петрушкевич
Курский сельскохозяйственный институт

ЛЕСНОЙ МУРАВЕЙ— ПРОТИВ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА

Летом 1965 г. на Пружанском опорном пункте по борьбе с колорадским жуком мы провели следующий опыт.

Выбрали небольшое гнездо рыжего лесного муравья, а из пораженного вредителями картофельного поля взяли вместе с ботвой 10 колорадских жуков (5 личинок IV возраста и 5 имаго). Ботву с жуками поместили у муравьиной тропы на расстоянии 10 м от муравейника. Не прошло и минуты, как муравьи уже обнаружили жуков. Несмотря на то, что колорадские жуки для муравьев были новым, непривычным объектом, они сразу же приступили к умерщвлению своей добычи. Жуки и личинки старались спастись от своих преследователей, забираясь на верхушки растений, но оттуда падали, увлекаемые муравьями. Некоторые моменты борьбы нам удалось сфотографировать.

Через 15 минут от начала опыта две личинки были убиты, а еще спустя 10 минут и остальные три. Мертвые личинки немедленно переносились муравьями в гнездо. Каждую личинку нес один муравей.

Взрослые жуки защищены лучше, чем их личинки, — у них мощный хитиновый покров, и притом они оказывают более активное сопротивление. Видимо, поэтому на одного жука нападало одновременно по два-три муравья.

Спустя два часа от начала опыта все пять жуков были убиты и также перенесены в муравейник. Мертвые жуки транспортировались в гнездо вверх ногами одновременно парой муравьев. Расстояние в 10 м муравьи со своей ношей преодолевали за 20—25 минут.

Из проведенного нами опыта можно сделать вывод, что муравьи способны уничтожать колорадских жуков и их личинок. В связи с этим нам предстоит в дальнейшем изучить возможность использования этих насекомых для биологической борьбы с колорадским жуком.

Г. М. Третьяк
Белорусская сельскохозяйственная академия (Горки, Могилевская область)

ЗАБОТА О ПОТОМСТВЕ У ОСТРОМОРДОЙ ЛЯГУШКИ

Принято считать, что выбор амфибиями мест для икрометания — это проявление заботы о потомстве. Активная защита икры известна лишь у немногих видов земноводных умеренных широт, например у жабы-повитухи (*Alytes obstetricans* Laur.), углозуба (*Hynobius nebulosus* Schleg.)

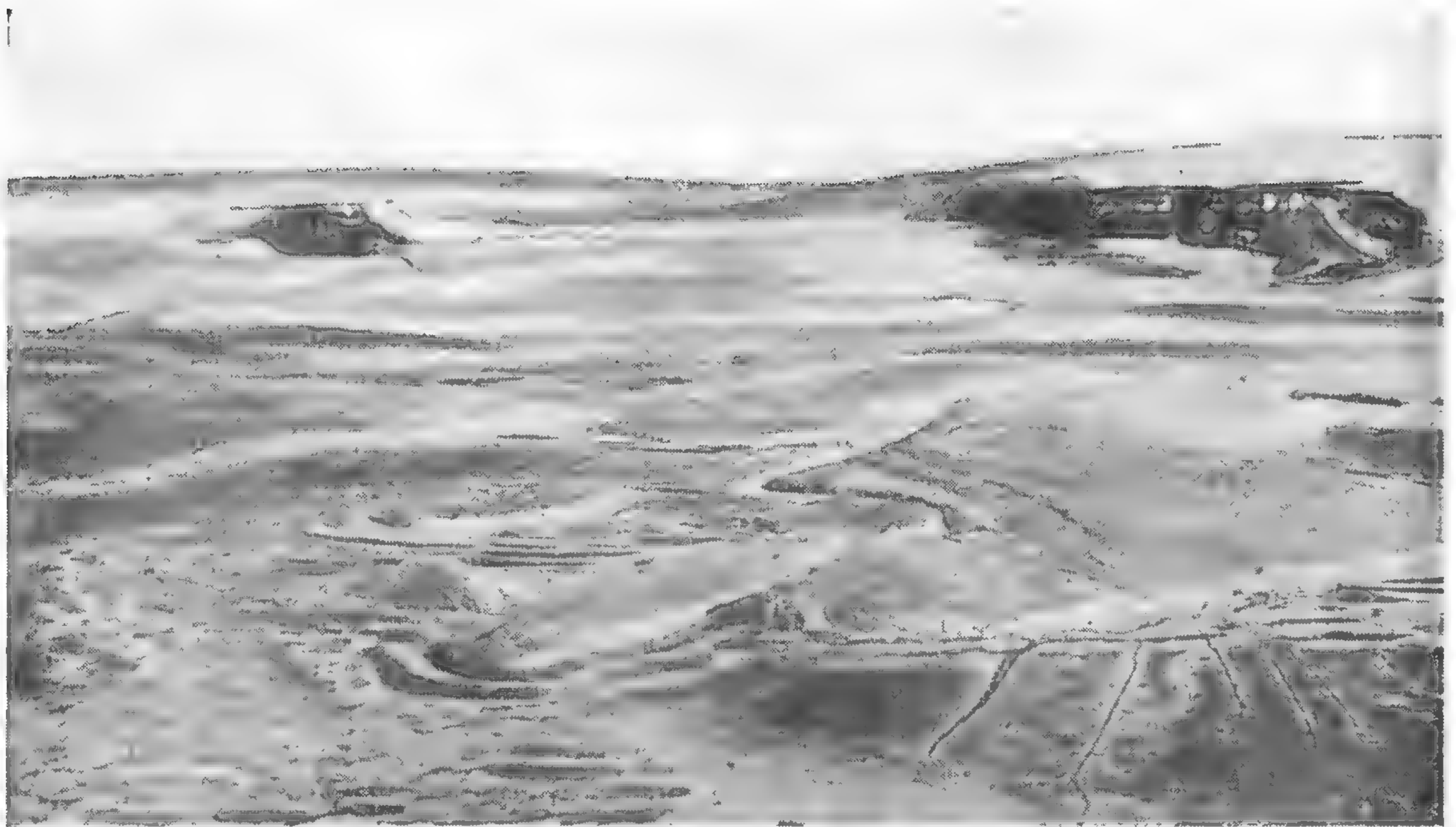
В террариум с водоемом были помещены три пары остромордых лягушек (*Rana arvalis* Nilsson). Там же жили и другие земноводные — краснобрюхие жерлянки, обыкновенные чесночницы, зеленые и серые жабы, обыкновенные и гребенчатые тритоны. Самки остромордых лягушек отложили икру и, как обычно, ушли из водоема. Несколько позднее оставили водоем и два самца. Третий самец оставался в воде еще около трех суток. Плавая вокруг комьев икры, он с характерным криком, напоминающим куриное кудахтанье, бросался на пытавшихся приблизиться к икре других амфибий, жаб, жерлянок, не подпуская их к воде. Он бросался даже на протянутый к икре палец и не сразу нырял на дно, продолжая бесстрашно плавать вокруг икры. Самка все это время не выходила из своего убежища под мхом и листьями, куда скрылась по окончании икрометания.

Подобное поведение самцов остромордой лягушки у кладок икры дважды (в 1960 и 1961 гг.) наблюдалось в природе (Раифский участок Волжско-Камского государственного заповедника — в 30 км северо-западнее Казани). В этих случаях самец после такого «броска» быстро нырял в воду и вскоре выплывал на поверхность, проявляя свойственную этому виду осторожность.

В. И. Гаранин
Казанский государственный университет

Можно ли управлять климатом Арктики?

*П. М. Борисов
Кандидат географических наук
Москва*



Суров климат Арктики. Страной льда и тьмы назвал ее Ф. Нансен, страной белой смерти назвал ее С. Цвейг. Земля Франца-Иосифа. Фото М. Гросвальда

Проблема преобразования климата в настоящее время приобретает все большее значение. И если еще совсем недавно многие проекты изменения существующих климатических условий относились к области чистой фантастики, то сейчас уже некоторые проекты изучаются

достаточно внимательно с позиций целесообразности их осуществления.

Эти первые поиски путей «подавления» холода предусматривали использование теплых морских течений, которыми относительно легче можно управлять, чем другими мощными климатооб-

разующими факторами. Еще в конце прошлого столетия Ф. Нансен высказал мысль, что если расширить живое сечение Берингова пролива, то увеличится приток в Полярный бассейн вод теплого течения Куросио. В этом случае снизилась бы ледовитость Северного Ледовитого

океана, а климатический контраст севера и юга стал бы менее резким. В последние годы были выдвинуты новые идеи и предложения по тепловому улучшению климата Арктики. Это, например, углубление порога Томсона (В. Н. Степанов, 1963), зачернение поверхности ледяного покрова Арктического бассейна темными порошками (Г. Векслер, 1959), рассеивание облаков над Центральным Арктическим бассейном (Д. Флетчер, 1958), использование мономолекулярной пленки (М. И. Будыко, 1962), гидротехнические сооружения для подачи теплых атлантических вод в Карское море через Карские ворота (В. П. Пьянков, 1965) и другие. Среди них — и наш проект об организации прямого тока теплых атлантических вод через Арктический бассейн в Тихий океан для утепления Арктики¹.

Совершенно очевидно, что многие из этих предложений пока далеки от осуществления и все они нуждаются в доработке теоретической и экономической, так как вызывают различные возражения. А главное, мы пока не можем во всех случаях дать твердую гарантию надежности тех или иных практических выводов, не можем точно предсказать, где и каким образом скажутся предлагаемые вмешательства человека в природу. Ведь одно дело — теоретические рассуждения и даже расчеты, а другое — эксперимент. Исключение, пожалуй, составляют проекты, основанные на воссоздании

природного пути, по которому происходило улучшение климата в прошлом, т. е. проекты, предусматривающие увеличение притока теплых атлантических вод в Арктический бассейн. В этом случае, читая в огромной природной летописи главу о климатических колебаниях далекого и близкого прошлого, мы можем составить реальное представление о будущих результатах ныне проектируемого преобразования климата. Но и в этом случае ученым и инженерам предстоит еще грандиозная работа по тщательной проверке всех наиболее интересных проектов и предложений, их доработке, чтобы приблизить день их осуществления.

ОТ МЕЛОВОЙ ЭПОХИ ДО НАШИХ ДНЕЙ

В наши дни палеоклиматические исследования охватили почти всю поверхность земного шара. Климаты прошлого изучают палеогеографы, геологи, океанологи, археологи, биологи и ученые многих других специальностей. С каждым днем мы узнаем все больше и больше нового об изменениях климата в течение длительной истории Земли. Каковы же были эти изменения? Для нас наибольший интерес представляют сейчас материалы о сравнительно недавнем прошлом. Однако, чтобы лучше понять, о чем будет речь, необходимо хотя бы коротко сказать о климатических изменениях, которые происходили и несколько раньше. Еще примерно 70 млн лет тому назад, в верхнемеловое время, когда водообмен между полярными и тропическими широта-

ми был достаточно обильным, температура поверхностных вод Арктического бассейна составляла 14°С (Ц. Эмилиани, 1961; В. Н. Сакс и др., 1966) при незначительном повышении температуры воды на экваторе. Климат субполярных широт тогда был близок к современному субтропическому, леса покрывали Антарктиду и арктические острова.

С олигоцена началось устойчивое и почти непрерывное похолодание (рис. 1, кривая I), а в среднем плиоцене появились первые заметные колебания климата, размах и частота которых все увеличивались.

Плейстоцен, или ледниковый период, несмотря на свою геологическую кратковременность (несколько сот тысячелетий), как теперь доказано, был насыщен резкими разнонаправленными изменениями климата. На графике (см. рис. 1) видно, что ход температуры носил «конвульсивный» характер. На континентах вокруг Арктического бассейна то возникали огромные массы льда, то полностью исчезали. В периоды ледниковых эпох температура поверхности Мирового океана понижалась, что уменьшало испарение на 25% и более (Х. Флон, 1953). В то время атмосферная оболочка Земли содержала меньше водяных паров. Поэтому «оранжерейный эффект», согревающее значение которого так велико, снижался. Возрастал сток тепла с поверхности Земли в мировое пространство. Малое содержание влаги воздушных масс сказывалось на уменьшении осадков. Поэтому наряду с наибольшим охлаждением в это время господствовала наибольшая сухость

¹ См. журнал «Советский Союз», 1960, № 1 (119), стр. 11—15, «Известия ВГО», 1962, № 4, стр. 304—318.

климата (К. К. Марков, 1956)¹.

А теперь посмотрим, как менялся климат в сравнительно недавнем прошлом. Всего 20 тыс. лет тому назад наша планета переживала одно из сильнейших охладжений. В Северном полушарии 27 млн. км² суши было покрыто мощными ледяными покровами (вместо 2,0 млн. км² в наши дни). В Европе подо льдом находилась вся Скандинавия, Финляндия, Балтийское море. Край ледника спускался дальше к югу².

Общая площадь оледенения материков и морей была не намного меньше максимального, но понижение температуры было почти наибольшим. Растительный покров, как в зеркале, отражал это близкое к нашему времени похолодание. Приполярная флора проникала до Карпат. Фауна Средиземного моря была наиболее «холодной» за все время ледникового периода. Значительные площади Германии и Франции покрывались лесотундрой. В более южные широты она проникала на Северо-Американском континенте.

Очень важно отметить, что это похолодание и вызванное им оледенение континентов и океанов не было устойчивым. В последующие 11—12 тыс. лет шесть раз природа претерпевала глубокие изменения (не считая многих мелких). Отмечены, например, случаи, когда

¹ То, что ледниковый период характеризуется наибольшим похолоданием и сухостью за последние несколько десятков миллионов лет, подтверждается детальными палеоклиматическими картами Евразии (В. М. Силин, 1965).

² См. «Природа», 1967, № 3, стр. 53—60.

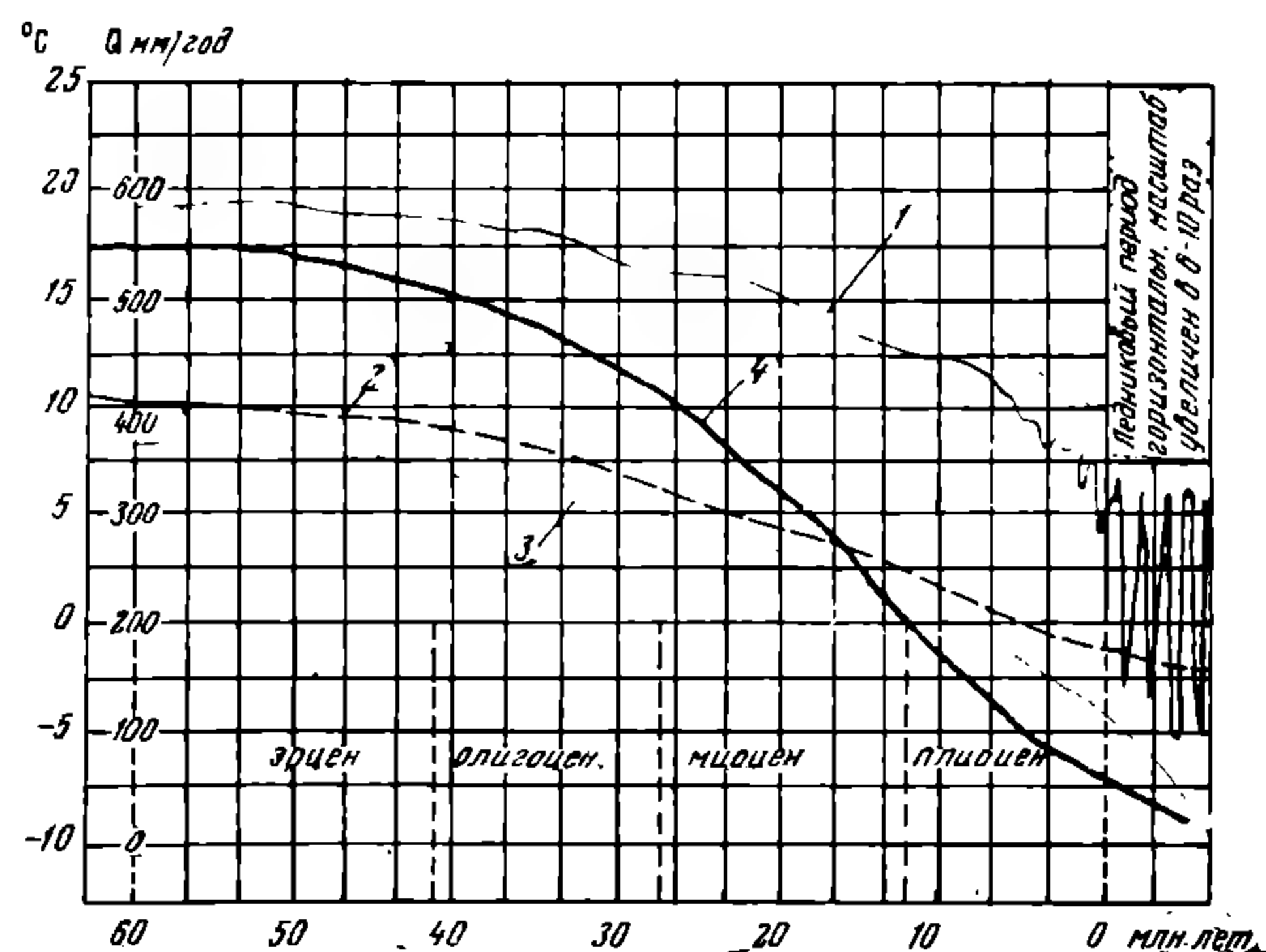


Рис. 1. Сопоставление изменений температуры и осадков в течение кайнозойской эры. В природе все взаимосвязано. Температура придонной воды Мирового океана и температура воздуха в Западной Европе и Средней Азии изменяются как бы параллельно друг другу. Холодный воздух содержит мало водяных паров. Поэтому уменьшаются и атмосферные осадки. На континентах возникают сухие степи и пустыни. Среднегодовая температура в Западной Европе (1); температура придонного слоя Мирового океана у экватора (2); температура самого холодного месяца в центре нашей Среднеазиатской пустыни (3); атмосферные осадки в Кызыл-Кумах (4)

края Скандинавского и Канадского ледников отступали на 1000 км со скоростью 1/2 км и более в год и с той же скоростью возвращались к исходной границе.

После почти полного схода льда 4—6 тыс. лет тому назад, наступила одна из последних наиболее теплых фаз со значительно более благоприятными, чем сейчас, климатическими условиями. Арктический бассейн круглый год был свободен от льда¹. Поверхностные воды Мирового океана и нижний слой атмосферы сделались более теплыми. Океан больше испарял, а воздуш-

¹ Изотермы 12—14° поверхностных вод северной части Тихого океана смещались к полюсу на 1000 км и более (А. П. Жузе, 1962).

ные массы переносили больше влаги на континенты. Сахара, Аравийская, Нубийская, Калахари и другие пустыни земного шара были не так безжизненны, как теперь. На юге Европейской территории СССР наши предки занимались земледелием со значительно меньшим риском потерять урожай от морозов, засух и суховеев, чем в наши дни. На территории современных Среднеазиатских республик более теплые зимы способствовали распространению тропической растительности в широты, ныне для нее недоступные. Не столь сурова была и Сибирь. Северные границы ее растительности смещались к Северному полюсу на 500—600, а отдельные виды на 1000 км (М. И. Нейштадт, 1957, 1961 и др.).

Менее 4 тыс. лет тому назад началось новое похолодание, продолжающееся до наших дней. Примерно через тысячу лет ледяной покров Арктического бассейна уже начал восстанавливаться. Это похолодание прерывалось несколькими потеплениями, два из которых заслуживают, чтобы их отметить. Первое наступило в раннем средневековье (с кульминацией в VIII—X вв. н. э.) и получило название малого климатического оптимума. Ледяной покров в Арктическом бассейне в то время находился в неустойчивом состоянии: летом он исчезал, а зимой частично восстанавливался. Процесс сезонного образования и разрушения ледяного покрова практически ничем не отличался от современного сезонного замерзания Берингова, Баренцева, Белого и других морей. Менее значительно современное потепление. Кульминация его падает на двадцатые и тридцатые годы, в конце которых объем дрейфующих льдов в Арктическом бассейне уменьшился вдвое по сравнению с концом XIX в. (когда Ф. Нансен совершал свой дрейф на «Фраме»).

Между потеплениями X и XX вв. был период (с 1550 по 1850 г.) столь существенного похолодания, что он получил наименование малой ледниковой эпохи. Возникали новые ледники, а современные увеличили свою площадь. Разрасталась площадь и мощность ледяного покрова в Северном Ледовитом океане, возрастала частота суровых зим и засух.

Таким образом мы видим, что в истории Земли существовали периоды, когда кли-

мат был гораздо лучше, чем в наше время. Климатический же режим, подобный или даже хуже, чем современный, с его более низкой биологической продуктивностью, занимал в истории Земли незначительные периоды.

Важно также подчеркнуть, что теперь уже обстоятельные исследования окончательно рассеяли долго господствовавший миф о консервативности климата. Мы получили как бы «справку» о том, что климат динамичен и при определенных условиях его с успехом можно значительно улучшить.

ПРИЧИНЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ

Как же можно объяснить все эти колебания климата?

Существуют многочисленные гипотезы, большинство из которых базируется на изменениях космических и астрономических условий, светимости Солнца, вращении самой Земли, перемещениях оси вращения внутри геоида, очертаниях материков, рельефе континентов и дна Мирового океана, на составе атмосферы и т. д. Мы были бы неправы, если стали бы отрицать влияние всех этих разнообразных факторов на климат в период формирования географической оболочки Земли. Но они не могут нам объяснить столь частую трансформацию климата полярных широт с амплитудой иногда в несколько десятков градусов на протяжении одного-двух тысячелетий, а иногда и нескольких столетий. Поэтому поиски ответов на эти вопросы продолжаются.

Прежде всего чрезвычай-

но важно установить закономерности изменения различных элементов, определяющих климат.

Исследования советских и зарубежных ученых позволяют считать, что оледенение околополюсных широт в Южном полушарии произошло раньше, чем в Северном. Однако начало его датируется по-разному. Рассматривая оледенение как фактор планетарного охлаждения, горное оледенение Антарктиды датируется некоторыми исследователями эоценом (по другим данным — неогеном). Претерпевая сильные поднятия и будучи окружена открытым теплым океаном, Антарктида получала достаточно осадков, которые выпадали в горах в виде снега и создавали ледники. Снег и лед хорошо отражают солнечную радиацию. Поэтому с ростом ледников Антарктида получала добавочное охлаждение, которое ускоряло рост ледников и формировало сплошной ледяной щит. Дальнейшему разрастанию ледяного щита препятствовал тот же океан, в который спускались ледники и таяли в нем, как мы наблюдаем ныне таяние шельфовых ледников и айсбергов.

Добавочный холод растущего ледяного щита уже в олигоцене стал сказываться на охлаждении океанических вод. Опускаясь по континентальному склону Антарктиды на дно океана, холодные воды растекались и охлаждали глубинные воды. В районе экватора постепенное понижение температуры придонных вод происходило: в среднем олигоцене до 10,4°C, в нижнем и среднем миоцене до 7,0°C, в верхнем плиоцене до 2,2°C. В наши дни

эти воды имеют температуру приблизительно $1,5^{\circ}\text{C}$.

Давайте вновь обратимся к рис. 1. Внимательный анализ 1 и 2 кривых показывает, что в миоцене и плиоцене темп понижения температуры глубинных вод возрастает. Геологическая история Северного полушария разъясняет это интересное явление. В миоцене условия для водообмена Арктического бассейна с более южными теплыми бассейнами стали менее благоприятны. В результате тепловой изоляции он претерпевает дальнейшее охлаждение и сам становится источником питания глубин Мирового океана холодными водами.

Охлаждение глубинных вод сказывалось на охлаждении и поверхностных.

На рубеже плиоцена и ледникового периода температура поверхностных вод Арктического бассейна снизилась до температуры, близкой к замерзанию. В этих условиях небольшие по амплитуде, но устойчивые во времени изменения меридиональной составляющей в циркуляции атмо-, гидросферы вызывают непропорционально большие климатические отклонения. Расчеты показывают, что для возникновения льда достаточно уменьшения суммарного, морского и воздушного переноса (адвекции) тепла в Арктический бассейн примерно на $0,005 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$ (В. С. Самойленко, 1964) или, по мнению Ч. Брукса (1952), понижения температуры лишь на $\frac{1}{3}^{\circ}\text{C}$. Охлаждающий же эффект ледяного покрова оценивается им в $27-28^{\circ}$.

Анализ материалов показывает, что вместе с изменением содержания тепла в

атлантических водах, поступающих в Арктический бассейн, менялся и климат (Н. А. Белов и Н. Н. Ланина, 1964). Изменение температуры поверхностных слоев гидросферы и приводных слоев атмосферы в обоих полушариях совпадали по фазе. Однако они существенно отличались по амплитуде вдоль меридиана: наибольшие — в северных полярных широтах, наименьшие — в экваториальных. Полярные широты Южного полушария занимали промежуточное положение. Межсезонный тепловой режим нивелировался за счет роста зимних температур, летние же росли незначительно. Все климатические оптимумы сопровождались ростом температуры по-

верхностного слоя Мирового океана, а следовательно, и ростом испарения. Поэтому абсолютная влажность атмосферы и осадки на континентах возрастали.

Система Гольфстрим — самое мощное из теплых течений в Атлантике и на земном шаре. Северное продолжение этой системы — Шпицбергенское течение — вливается в Арктический бассейн. При входе в бассейн теплые атлантические воды как более соленые, а потому более тяжелые по сравнению с арктическими, погружаются. По всему бассейну они распределяются под холодными распресненными арктическими водами, поверхность которых в свою очередь перекрывается дрейфующими льдами.

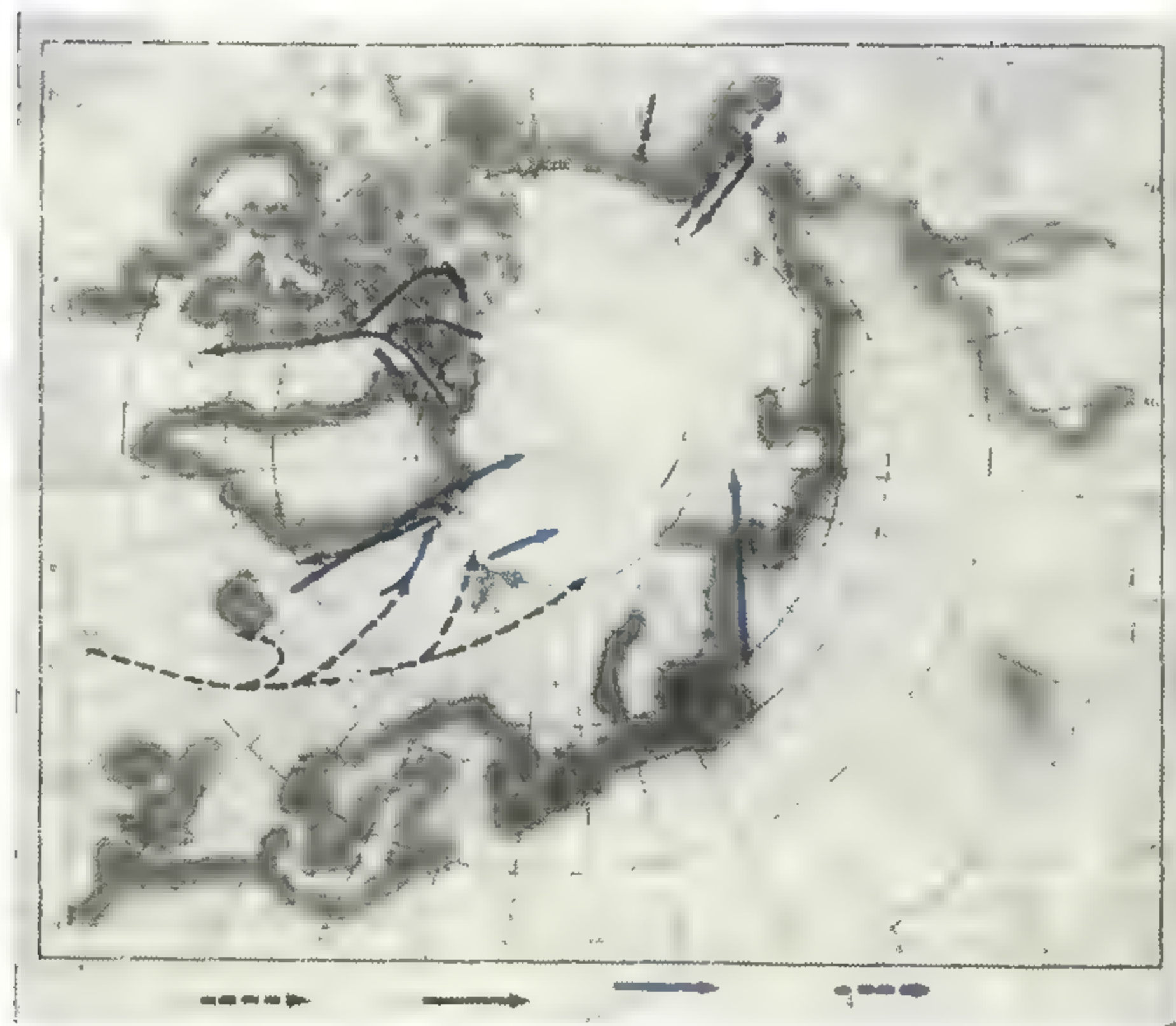


Рис. 2. Водообмен (и водные балансы) Северного Ледовитого океана и его Арктического бассейна с Атлантикой и Тихим океаном в современных условиях и при притоке: 1 — приход; 2 — расход в современных условиях; 3 — поступление; 4 — расход при притоке.

Арктический бассейн приобрел славу «мешка со льдом», так как это тупиковый бассейн Атлантического океана. Став проточным для теплых атлантических вод, он быстро из генератора холода превратится в отопительную систему нашей планеты

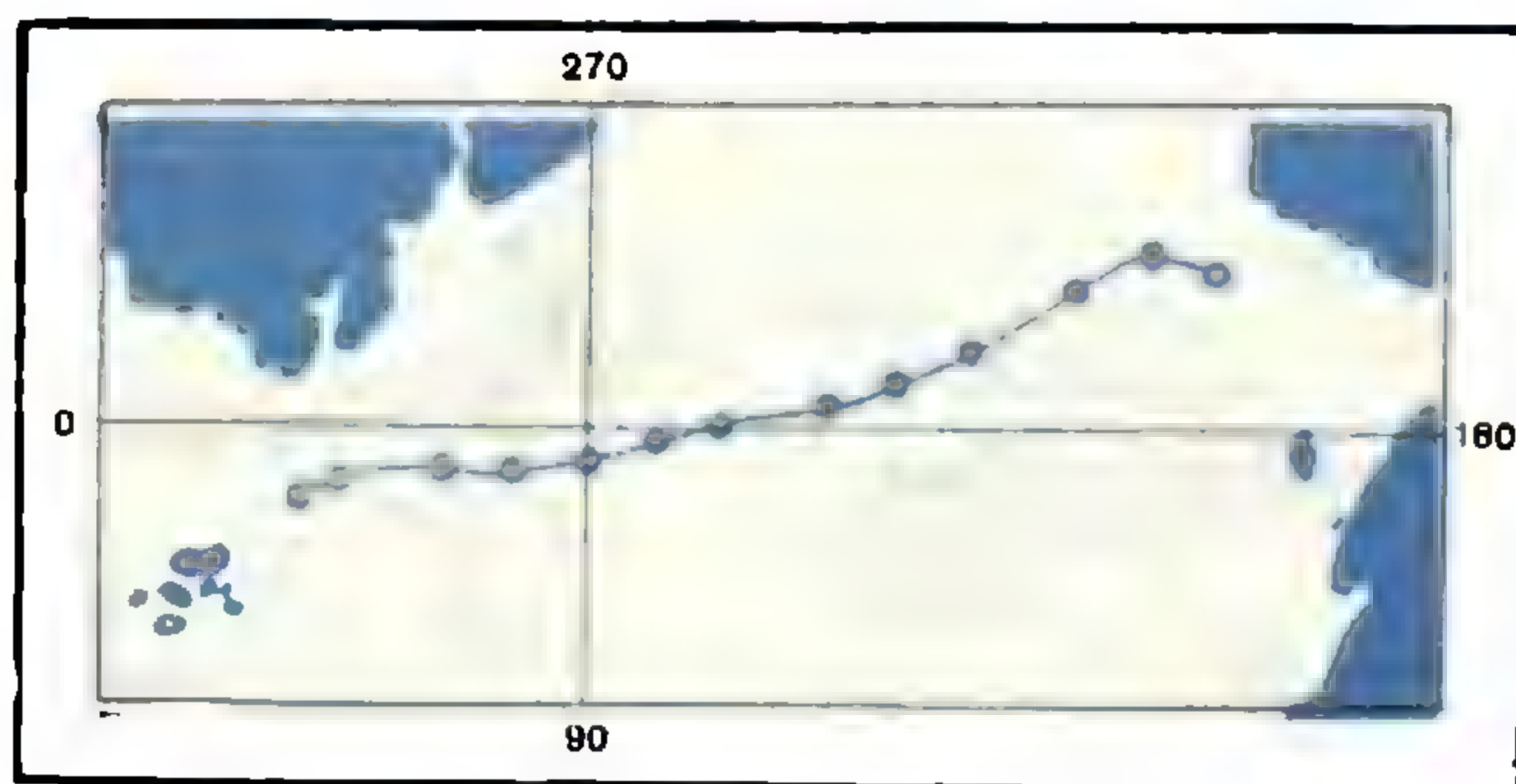
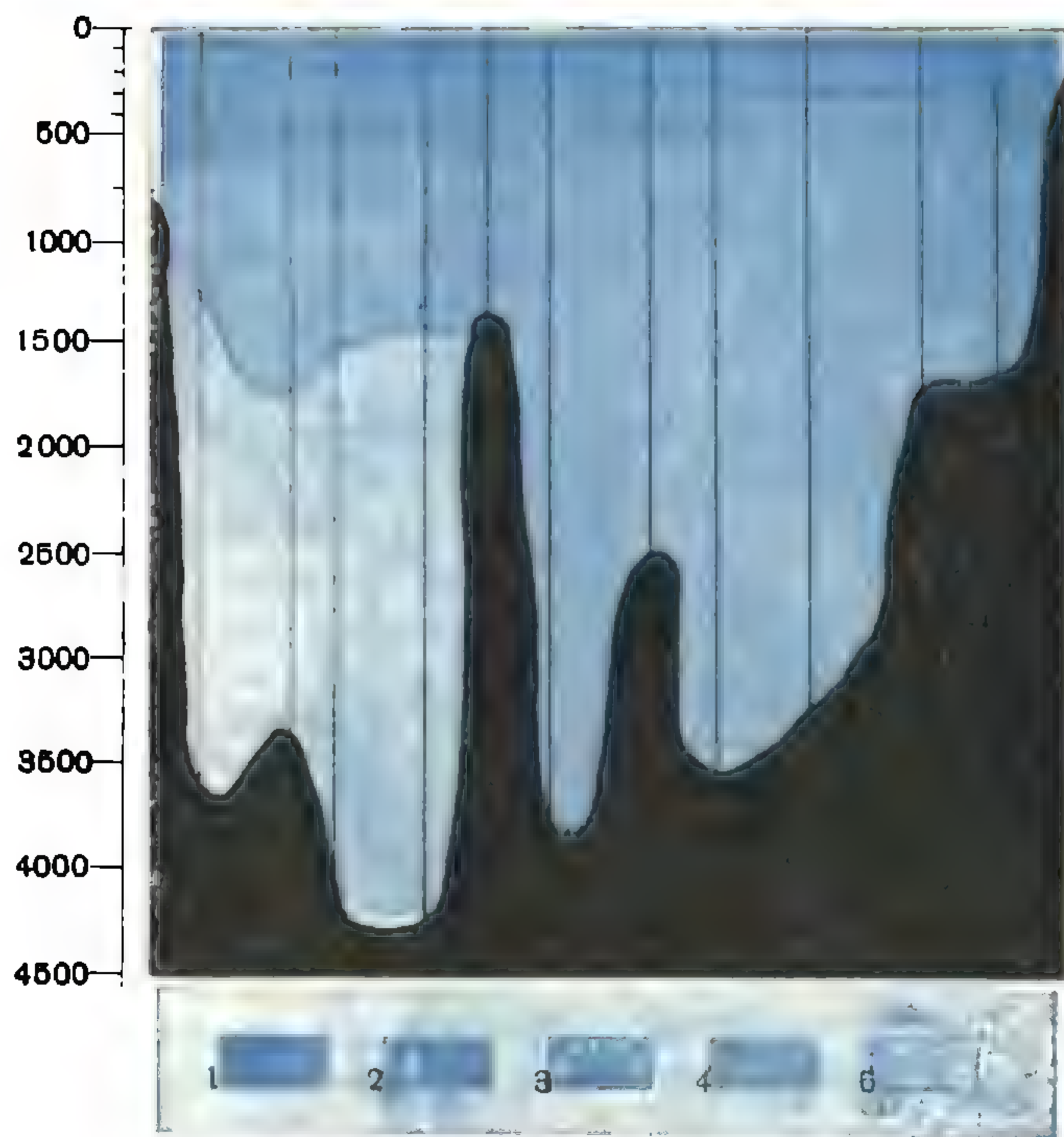


Рис. 3. Распределение водных масс на разрезе от Шпицбергена до Чукотского моря (по В. Т. Тимофееву): арктическая поверхностная (1), промежуточная верхняя (2), атлантическая (3), промежуточная нижняя (4), донная (5). Во врезе указано положение разреза в Арктическом бассейне.

При достаточном увеличении объема поступающих теплых вод картина меняется. Поверхностный слой и дрейфующие льды размываются. Верхняя граница атлантических вод поднимается вплоть до непосредственного контакта с воздушными массами. Теплообмен

не. Арктическая поверхностная вода распреснена береговым стоком и тихоокеанскими водами. Это она вместе с промежуточной верхней изолирует поверхность Арктического бассейна от теплых атлантических вод и, покрываясь льдом, становится гигантским растратчиком тепла нашей планеты. становится более интенсивным, а воздушные массы — теплее. Теплее становится и вся воздушная оболочка Земли.

Внимательное всестороннее изучение колебаний климата, происходивших в прошлом, позволяет подойти к решению основной проблемы —

возможности изменить его, сделать в будущем более мягким.

Сейчас, когда расширяются возможности человека преобразовывать природу, наш проект не вызовет технических трудностей. Надо сказать, что со времени первой публикации предлагаемого проекта было сделано много критических замечаний, которые помогли в дальнейшей работе над ним.

По нашим представлениям, перекачка теплых атлантических вод в Тихий океан приведет к тому, что сам Арктический бассейн из современного тупикового бассейна для атлантических вод (рис. 2) превратится в проточный. Важнейшая компонента теплового баланса поверхности бассейна — морская адвекция тепла — стала бы в этом случае хорошо регулируемой в широком диапазоне.

ПАРАМЕТРЫ ПРЯМОТОКА

Благодаря современному водообмену Северного Ледовитого океана с соседними океанами (см. рис. 2) создавалась своеобразная стратификация вод Арктического бассейна (рис. 3). Объем, мощности водных масс и их океанологические характеристики сведены в таблице (В. Т. Тимофеев, 1960).

Четко выделяется высокая устойчивость двух верхних горизонтов, в особенности поверхностного. Это затрудняет теплообмен между теплыми атлантическими водами и холодной атмосферой. Поэтому при недостаточной адвекции тепла, в особенности морской, поверхность бассейна покрывается льдом.

Если мы вновь посмотрим на рис. 2, то увидим, что из

Наименование вод	Мощность, м	Объемы, тыс. куб. км	Темпера- тура, °С	Соленость, ‰	Плот- ность, σ_t
Арктическая поверхностная	64	321	-1,75	30,00	1024,50
Промежуточная верхняя . .	172	864	-1,75	34,60	1027,88
Атлантическая	630	2738	+1,50	34,90	1027,96
Промежуточная нижняя . .	1932	4540	-0,40	34,93	1028,09
Донная	2202	2454	-0,80	34,96	1028,14

Арктического бассейна ежегодно уходят холодные воды в объеме 175 тыс. км³ в год. Они образуют противоток с теплыми водами Атлантики, поступающими в него с юга. Охлаждая встречные атлантические воды, современный противоток ведет к большим потерям тепла, а с ними к «самоторможению» роста теплового «бюджета» бассейна. Поэтому нам представляется, что при практическом улучшении климата северных широт необходимо оградить теплые атлантические воды, которые поступают в бассейн, от охлаждения их встречными арктическими водами. Кроме того, важно также уничтожить и предупредить возобновление поверхностного распресненного слоя в Арктическом бассейне.

Обе поставленные задачи можно решить переброской поверхностных арктических вод в Тихий океан через Берингов пролив в объеме 145 тыс. км³/год. При этом наиболее распресненный 64-метровый слой будет уничтожен в течение трех лет, и негативное влияние устойчивой стратификации будет подавлено. По нашим расчетам, освобожденные от охлаждения атлантические воды в тот же трехлетний срок поднимут свою температуру при входе в Арктический бассейн

с +1,9° до 8,2°С (морская адвекция тепла возрастет с $472 \cdot 10^{15}$ до $1370 \cdot 10^{15}$ ккал/год, считая от температурного уровня, близкого к замерзанию морской воды — минус 1,6°С). Рис. 4 дает наглядное представление о тепловом эффекте прямотока при этих условиях. Почти трехкратный рост морской адвекции обеспечит полную ликвидацию ледяного покрова в 3 года. Улучшение же климата

начнется с первого года перекачки.

Сопоставление теплового баланса поверхности Арктического бассейна, наблюдаемого ныне, с балансом, который должен установиться, после уничтожения ледяного покрова, показывает, что при равенстве суммарной солнечной радиации (определяемой главным образом облачным режимом) замена ледяной и снежной поверхности

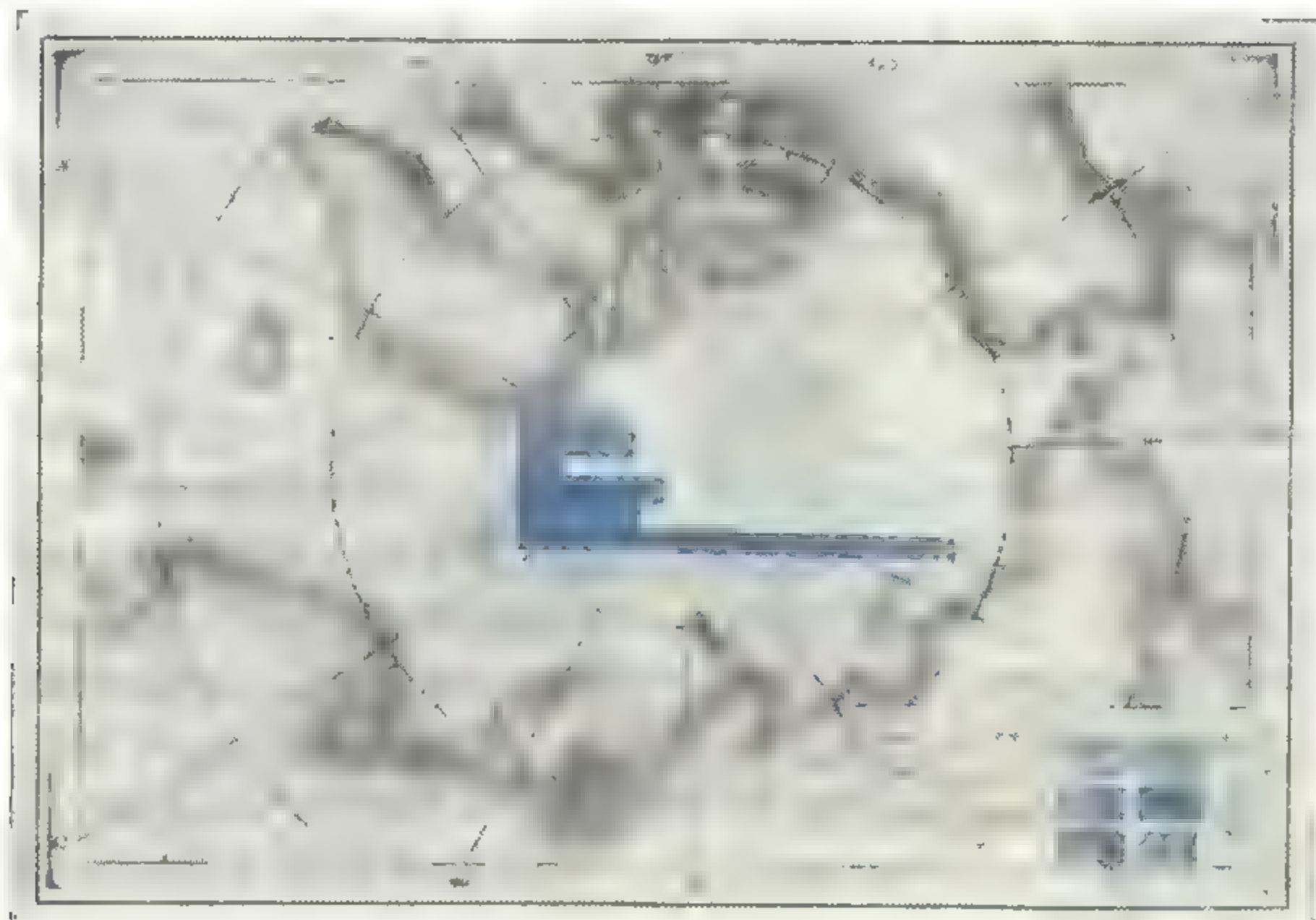


Рис. 4. Сопоставление некоторых океанологических параметров атлантических вод, поступающих в Арктический бассейн, при современных условиях и при прямотоке: объем воды в тыс. км³ в год (1); температура водных масс (2) дана в 0° С от уровня замерзания минус 1,6° С; количество тепла — теплосодержание (3) в квинтиллионах (в 10^{15} ккал/год). При почти одинаковом поступлении атлантических вод в Арктический бассейн прямоток дает выигрыш тепла в 3 раза. Поэтому основное преимущество проекта — освобождение атлантических вод от охлаждения встречными арктическими водами и льдами

на водную вызывает весьма значительное снижение отражения радиации (с 54,3 до 10,0 ккал/см² год). Эффективное же излучение вследствие роста влажности надводных воздушных масс растет незначительно. Поэтому радиационный компонент теплового баланса возрастет на 38,5 ккал/см² год. Этот прирост тепла будет расходоваться на пятикратное увеличение испарения и трехкратное увеличение расхода тепла для подогрева воздушных масс. Таким образом, теплый воздух, поступающий на материк, будет их обогревать. Тепло, затраченное на испарение, сослужит двойную службу: улучшит увлажнение материков и при конденсации замедлит их охлаждение. Кроме того, поверхность бассейна будет получать добавочное тепло, доставляемое искусственно морским течением. На первых этапах улучшения климата это тепло необходимо как средство предупреждения восстановления ледяного покрова, а затем — для более широких климатических преобразований.

Атлантические воды будут пересекать Арктический бассейн в поверхностном горизонте. При некотором увеличении их солености плотность, однако, расти не будет, так как уже с первого года перекачки повышение температуры атлантических вод будет не только препятствовать увеличению плотности, которое вызывается ростом солености, но даже понижать ее. С откачкой наиболее распресненных поверхностных вод из Арктического бассейна новые поступления атлантических вод будут соприкасаться с атмосферой на подавляющей части ак-

ватории. Стратификация вод будет заметно проще: вместо ныне существующих пяти водных масс (см. рис. 3) останутся три — атлантическая, нижняя промежуточная и донная.

Известно, что сейчас атлантические воды от пролива Гренландия — Шпицберген до Чукотского моря перемещаются пять лет. Этот срок должен уменьшиться примерно в два раза.

Нужно иметь в виду, что в предлагаемом варианте изменения климата Арктики сброс холодных вод в холодное Берингово море и далее в Тихий океан неизбежен. Однако, как показал специальный анализ, максимальный размер охлаждения не будет выходить за пределы наибольших похолоданий, происходивших за последние 30 лет. Наибольшая продолжительность такого похолодания определяется двумя годами и то лишь в теплый период года.

ЭТАПЫ УЛУЧШЕНИЯ КЛИМАТА

Каковы же будут климатические условия и в какой последовательности следует ждать их изменения? Нам представляется, что в зависимости от количества перебрасываемых вод можно выделить следующие этапы.

Первый — определяется уровнем климатического оптимума X века н. э. Уже отмечалось, что тогда ледниковый покров Арктического бассейна распадался летом и восстанавливался зимой в незначительном объеме. Зимы были менее суровы. В умеренных широтах возрастал вегетационный период, сокращались ранние осенние и поздние весенние замороз-

ки. Уменьшалась частота засушливых лет.

Второй этап определяется уровнем, близким к климатическому оптимуму, имевшему место на Земле 4 тыс. лет тому назад. Амплитуда улучшения теплового режима в Северном полушарии может быть определена из составленной нами карты совмещенных январских изотерм (рис. 5), современного режима и режима данного этапа. Вычерчивание изотерм при новом тепловом режиме определялось в соответствии с исследованиями акад. В. В. Шулейкина (1935, 1953) и его учеников по проникновению тепловых потоков с поверхности океана в глубь материков. Полученные данные подвергались выборочной проверке и корректировке путем сопоставления их с определениями температур по растительным индикаторам. Здесь, пожалуй, следует обратить внимание на круглогодичную безледность почти всех морей Северного полушария (в том числе и Арктического бассейна), на повышение температуры в полярных широтах и в области полюса холода на 30—35°. Исчезнет «вечная мерзлота» в самом верхнем горизонте. Поэтому, по-видимому, потребуются укрепление фундаментов промышленных и гражданских сооружений. Однако расходы в этом случае будут невелики по сравнению с колоссальным выигрышем, определяемым улучшением климата. Тундра и лесотундра будут превращены в области массового скотоводства. Сахаре будут возвращены природные условия, которые существовали 4—6 тыс. лет тому назад. Атмосферные осадки возрастут. В пересохших руслах

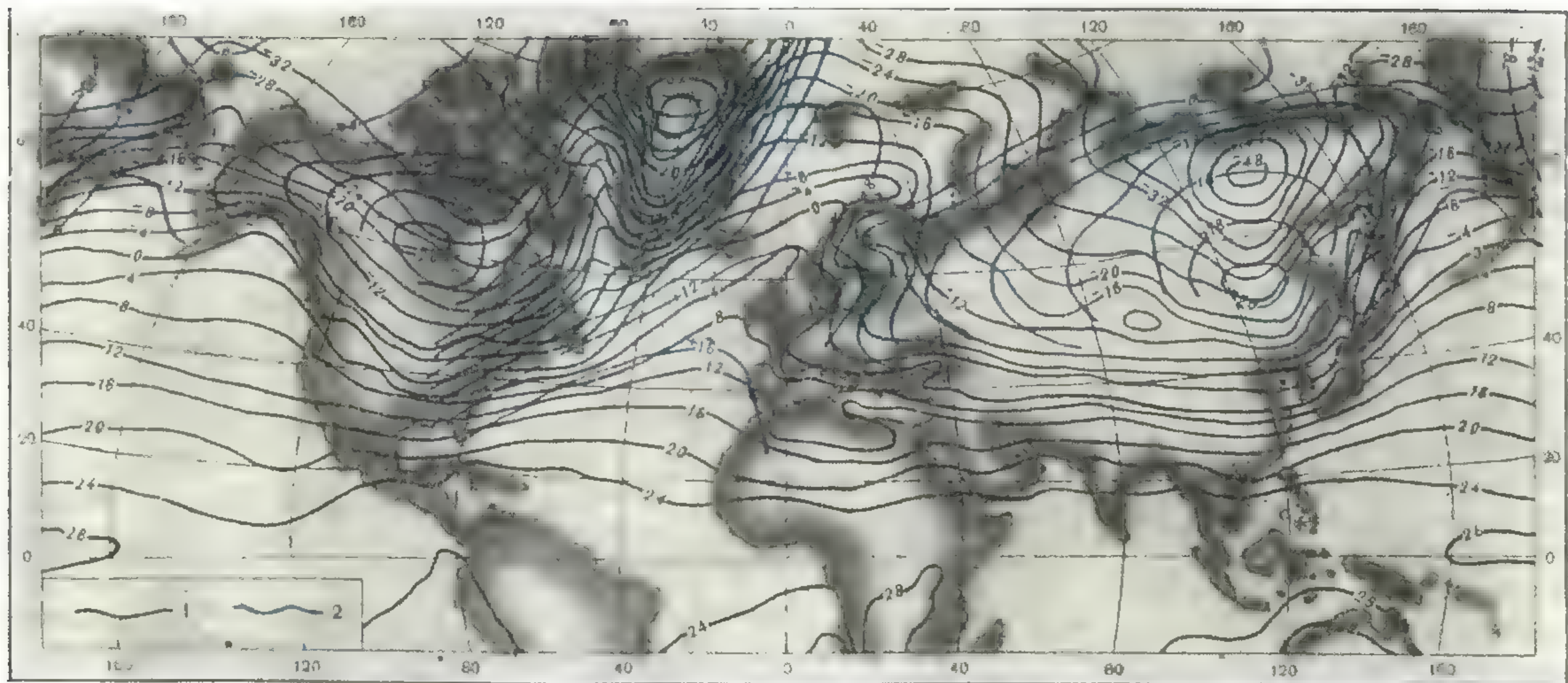


Рис. 5. Схематическая карта январских изотерм воздуха Северного полушария: современные изотермы (1); изотермы второго этапа улучшения климата (2). Карта вскрывает наибольшее повышение зимней температуры в тех областях Советской Арктики, где сейчас наблюдаются самые низкие температуры. Следует обратить внимание на выравнивание температур вдоль советского побережья Евразии. Между Мурманским побережьем и Ново-Сибирскими островами современный температурный контраст в 30° снизится до 6° , причем на Мурманском побережье январская температура поднимется на 12° (с минус 6° до плюс 6°)

рек появится вода, сухие степи и саванны снова распространятся на обширные территории современных пустынь.

Следующий, третий этап можно определить уровнем экологических условий, отвечающим уровню микулинского и лихвинского межледниковья в СССР. В это время северо-восток Евразии освободится от остатков тундр, климат засушливого Поволжья будет подобен современному климату Польши.

Четвертый этап улучшения климата будет ближе всего к условиям среднего плиоцена. Палеогеографические данные позволяют в фрагментарном плане охарактеризовать этот этап в следующем виде: на севере Камчатки будут расти широколиственные леса, но с примесью хвойных. На побережье Арктического бассейна станет возможным про-

израстание древесной флоры, в том числе в западном секторе Евразии — лиственной. В Западной Сибири на широте Тобольска и южнее восстановится произрастание атлантических видов древесных пород, в том числе граба и бука. Возможно некоторое улучшение влагообеспеченности аридной области Центральной Азии. Предполагается, что на ныне пустынных территориях Среднеазиатских республик возникнут условия для возрождения степей. Новая тепло- и влагообеспеченность будет допускать расселение субтропических культур на Предчерноморье и в междуречье низовий Дона и Волги. Зимний климат Западной Европы станет более теплым и более стабильным. Аналогичные изменения охватят Северо-Американский континент. Величайшей пустыне мира — Сахаре, как, впрочем, и дру-

гим пустыням, будет возвращен климат плиоцена с преобладанием в ряде районов степей и саванн.

Для реализации этого этапа межокеаническая переброска должна быть доведена примерно до 250—280 тыс. км³/год.

Подобная возможность достаточно заманчива. Однако, конечно, осуществлению предлагаемого проекта должны предшествовать еще фундаментальные исследования советских и зарубежных ученых и инженеров. Хочется еще добавить, что в будущем, на наш взгляд, возможно создание и глобального искусственного водообмена, что значительно снивелирует ландшафтную зональность. На смену бедной фауне и флоре ныне суровых субполярных широт придет богатый растительный и животный мир умеренных и частично субтропических широт.

Поперечный разрез
 плотины
 (вариант обтекаемой крышки)
 $M = 1/500$

Многолетний лед $h = 4\text{ м}$
 Средняя глубина 50 м
 Штормовая заливка под нижним пазом
 Кусты из 4 г свай
 Кусты из 2 г свай
 Пол. кустов в основании в сечении $12 \times 12\text{ м}$
 Примечание: Поц. плотных стили: сваи заменяют с кустами из обсадных труб

72

Правда, такая возможность вызывает пока возражение из-за предполагаемого повышения уровня Мирового океана за счет таяния льдов Антарктиды и Гренландии. Предварительные расчеты, однако, показывают, что подъем температуры поверхностных вод в Арктическом бассейне у берегов Сибири и Аляски до $12-14^{\circ}$, не будет вызывать отрицательного баланса антарктического ледникового щита. Таяние же Гренландского ледника может вызвать подъем уровня Мирового океана со скоростью в пределах $1,5-2 \text{ мм/год}$, что не вызовет осложнений в хозяйственной деятельности человека в ближайшие несколько сот лет. Так, например, если бы мы сейчас уже имели условия среднего плиоцена, т. е. был бы осуществлен 4-й этап, то в ближайшие 50 лет уровень мог подняться на 10 см. Эта величина невелика, а в будущем, с ростом выработки энергии и уменьшением ее стоимости, человек сумеет предотвратить такой подъем, и это не фантастика, а вполне реальная возможность.

Здесь необходимо иметь в виду, что мы приблизились к тому времени, когда темп роста выработки электроэнергии не лимитирует скорости изменения (улучшения) климата. Поэтому при осуществлении того или иного этапа придется руководствоваться только биологическими соображениями, так как смена природного растительного покрова будет требовать разумного минимума скорости преобразования природы.

Сейчас, когда эксплуатируются крупные плотины гидроэлектростанций на реках и запроектированы еще более

гигантские плотины с фронтом до 100 км для морских приливных электростанций, построить плотину, перекрывающую Берингов пролив (шириной 74 км, при максимальной глубине 59 м), возможно.

Основные конструктивные идеи плотины отражены на рис. 6. Ее предполагается монтировать из отдельных секций в виде блоков-понтонной длиной до 250 м. Основным материалом — предварительно напряженный, морозостойкий железобетон. Внутренние конструкции — затворы, перегородки, площадки, лестницы и пр. — преимущественно из конструкционных сплавов алюминия. Блоки плотины будут изготавливаться на предприятиях судостроительного типа, расположенных близ индустриальных центров в теплом климатическом поясе, на тихоокеанском побережье. Готовые блоки с полным монтажом всего оборудования и коммуникаций, включая холостое испытание и отделку, будут доставляться на плаву к месту установки. Анкераж блоков будет производиться при помощи свай или бурения (в зависимости от геологического строения дна).

В целях предупреждения нагромождения льда у северной кромки плотины верх ее будет иметь обтекаемую форму, что допускает впадение ледяных полей на кровлю плотины с последующим самосбрасыванием их на южный бьеф. После ликвидации дрейфующих льдов верх плотины будет реконструирован и примет вид, показанный на рис. 6 пунктиром.

Не вызывает сомнений и обеспечение энергией. Ныне такие страны, как СССР, США и Канада, берега которых омываются водами Беринго-

ва пролива, ежегодно вводят энергетические мощности в объеме, даже превышающем потребность меж океанической переброски воды. Наряду с этим следует заметить, что при притоке прирост осадков на континентах, связанный с увеличением испарения воды с поверхности Мирового океана, вызовет увеличение речного стока, который повысит выработку электроэнергии почти без дополнительных затрат на действующих гидроэлектростанциях мира. Расчеты показывают, что затраты энергии на меж океаническую переброску атлантических вод окупят себя на всех этапах улучшения климата — за счет увеличения речного стока возрастет и выработка электроэнергии.

Итак, предстоят еще интереснейшие исследования по дальнейшему изучению проблем управления климатом Арктики. Это громадная работа, требующая четкого и тесного международного сотрудничества ученых. Первая встреча состоялась по поручению Президиума Академии наук СССР в Москве в ноябре 1959 г., где было впервые указано на важность развертывания международных исследований. Затем было проведено два совещания в Ленинграде (1961, 1962). Первый международный симпозиум состоялся в феврале 1966 г. в Лос-Анжелесе, где рассматривалось состояние исследований, направленных на обоснование возможностей искусственного преобразования климата. Таким образом, начало положено. Будем надеяться, что проблема управления климатом будет решена не в столь уже отдаленном будущем.

удк 98



Зебры чувствуют себя здесь как
в родной саванне

Фото Д. Крамаренко

СХРАНА
природы

Аскания-Нова

Ф. И. Крутыпорох

Директор Украинского научно-исследовательского института
животноводства степных районов им. М. Ф. Иванова
«Аскания-Нова»

В. Д. Треус

Доктор биологических наук
Отдел акклиматизации и гибридизации
«Аскания-Нова»



Антилоп канн пасет пастух

Фото Д. Крамаренко

Когда речь заходит об Аскании-Нова, обычно имеют в виду его заповедную часть — бескрайнюю степь, населенную самыми разнообразными животными. Но сегодняшняя Аскания — это прежде всего Украинский научно-исследовательский институт животноводства степных районов им. М. Ф. Иванова с его сельскохозяйственными угодьями и опытным хозяйством, в котором проводятся селекционные работы по созданию и совершенствованию пород овец, свиней и крупного рогатого скота.

Однако широкую общественность и иностранных туристов обычно интересует не эта, сельскохозяйственная, а заповедная часть Аскании-Нова, и в первую очередь зоологический и дендрологический парки, занимающие около одной трети всей территории.

В былые времена все левобережье Нижнего Днепра простиралось безграничной целинной степью до Азовского моря и Сиваша. Это была необжитая пустыня, по которой тянулись «шляхи» чумаков, ездивших к морю за рыбой и солью. Теперь здесь повсюду пахотные поля и асфальтированные дороги. И только на перепутье бывших чумацких дорог, ближе к Сивашу, чем к Каховке, в Аскании-Нова, и по сей день волнуется ковылем первозданная южноукраинская степь. Такой степи осталось только 10 тыс. га; но зато вся ее территория абсолютно заповедная и полностью исключена из сельскохозяйственного оборота.

Степь хороша во все сезоны года. Весной она покрывается тюльпанами и множеством других ярких и пестрых ранних цветов, щед-

ро рассыпанных по ярко-зеленому ковру диких злаков, а к концу мая сплошь волнуется метелками тырсы, типчака и перистых ковылей.

Крупные млекопитающие, обитавшие прежде в южных степях Украины, были полностью истреблены или вытеснены человеком. Так, предок серого украинского скота — тур (*Bos primigenius* Hahyi) уже в начале второго тысячелетия практически перестал существовать. Такая же участь постигла и дикую лошадь степей — тарпана (*Equus gmelini* Ant), большие табуны которого еще в начале XIX в. встречались в степях левобережной Украины. Последняя кобыла этого вида была убита в 70-х годах прошлого века. Водился здесь прежде и зубр, но того истребили еще раньше — в середине XVI в.

Не будем описывать того, что давно всем известно: как в пыльной украинской степи возник оазис — заповедник, в котором не только нашли свое убежище остатки неистребленных животных, но куда начали свозить со всех концов земного шара интересных и редких копытных. Так попала сюда монгольская дикая лошадь — вид, близко родственная тарпану, открытая нашим великим путешественником Пржевальским, в честь которого она и названа лошадью Пржевальского. Численность этих лошадей в природе все время сокращалась, пока их не остались считанные единицы на небольшой территории у границы Монголии с Китаем. Зато численность этих животных в неволе из года в год возрастает. В настоящее время в зоопарках

мира содержится более ста лошадей Пржевальского.

В СССР имеется десяток чистокровных лошадей Пржевальского и около двух десятков высококровных гибридов. Это поголовье сосредоточено в Аскании-Нова. Табунок гибридных кобыл под предводительством дикого чистокровного жеребца вместе со своим потомством свободно пасется в степи, а табунок чистокровных лошадей этого вида выпасается в районе Чапельского пода. Лошади Пржевальского асканийского завода признаны наиболее типичными из сохранившихся в неволе экземпляров и принимаются за международный эталон при восстановлении вида. Дело в том, что асканийское поголовье происходит от недавно пойманных производителей, благодаря чему в потомстве сохранены все типичные для этого вида признаки. Остальные представители этой лошади в неволе — потомки животных, взятых из природы уже более столетия тому назад и поэтому в значительной степени изменивших свой первоначальный облик.

Все увеличивающийся табунок чистокровных лошадей Пржевальского представляет большую международную научную и культурную ценность и занимает одно из первых мест в сокровищнице асканийского зоопарка.

Каких же еще новоселов и старожилов можно увидеть сегодня в асканийской степи?

Из лошадиных здесь содержатся еще шотландские пони, среднеазиатские куланы и зебры. Все они размножаются. Табунок зебр численностью в 25 голов летом

пасется в открытой степи, часто вместе с лошадьми Пржевальского и другими животными, что придает таким смешанным стадам необычный, экзотический вид. Зебры принадлежат к разным видам: здесь и зебры Чапмана, Гранта, Гриви и другие. Эти полосатые африканские лошади иногда скрещиваются с домашними лошадьми, с лошадью Пржевальского, а также с домашним ослом. Гибриды сохраняют общий фон расцветки домашних животных, но зато приобретают зебриную полосатость. Они очень сильны и выносливы, но, к сожалению, бесплодны.

В Аскании-Нова в настоящее время живут стада чистокровных и гибридных бизонов — более трех десятков голов, а также другие виды быков, в том числе тибетский як (*Bos poëphagus mutus* Przew.), гаял (*Bos frontalis* L.), бантенг (*Bibos javanicus* Alt.), азиатский и африканский буйволы и другие. За исключением буйволов, все они скрещиваются в различных комбинациях, благодаря чему выведено 15 гибридных форм.

Значительный интерес представляют гибриды крупного рогатого скота с зебу (*Bostaurus indicus* L.), гаялом, яком, бизоном и африканским скотом ватусси (*Bos taurus macroceros*). Последний был завезен сюда впервые в 1958 г., где от него уже получено многочисленное чистокровное и гибридное потомство. Стадо этих животных выпасается теперь в открытой степи.

Африканские или кафрские буйволы также впервые были завезены в нашу страну в 1962 г., где уже принесли местное потомство.

В Аскании-Нова была выведена особая, хорошо приспособленная к степным условиям, устойчивая помесная форма благородного оленя (*Cervus elaphus* L.), называемая теперь асканийским степным оленем.

Сводный выпас большого стада этих оленей в открытой асканийской степи обеспечивает высокую плодовитость животных, хороший их рост и развитие, благодаря чему в послевоенные годы в ряде заповедников и охотничьих хозяйств Украины и Молдавии были заложены очаги вольной акклиматизации оленей за счет накопленного в Аскании-Нова поголовья. Так, на остров Бирючий на Азовском море из Аскании-Нова было завезено 19 этих оленей, которые уже размножились там до 800 голов, и численность их все увеличивается, так что этот остров сам теперь стал поставщиком оленей для других хозяйств. Хорошо прижились и размножились асканийские степные олени и в Молдавии. В самой Аскании-Нова постоянно содержится стадо этих оленей в пределах 100 голов. Здесь успешно разводятся также пятнистые олени и европейские лани. Разработанный в Аскании-Нова вольный выпас оленей без изгородей переняли уже оленеводческие совхозы Дальнего Востока и Алтая.

Таким образом, в пустовавших до конца прошлого века целинных степях Аскании-Нова теперь пасутся стада диких копытных. Многие животные не нуждаются в утепленных зимних помещениях и могут зимовать прямо под открытым небом, пользуясь в ненастье специально устроенными навесами, а

в зимнее время подкормкой. Летом же они свободно пасутся в степи и нуждаются только в водопоях, которые и устроены неподалеку от пастбищ.

Загоны и вольеры асканийского зоопарка заполняют и различные другие более мелкие копытные, например дикие бараны и козлы, в том числе европейский муфлон (*Ovis ammon musimon* Pall) и его азиатский сородич уриал (*Ovis orientalis* Blyth.), африканский гривистый баран (*Ammontragus lervia* Desm.), центрально-азиатские винторогие козлы (*Capra falioneri* Zalkin) и сибирские горные козлы (*Capra sibirica* Pall), а также американские и европейские кабаны. В 1964 г. в Асканию-Нова с Камчатки впервые прибыл молодой самец снежного барана (*Ovis canadensis* Esch.).

Меж рогатых обитателей заповедника можно увидеть и горделиво проплывающих верблюдов. Одногорбые и двухгорбые азиатские верблюды свободно скрещиваются и приносят плодовитых гибридов. В Аскании-Нова содержатся и два вида южноамериканских верблюдов: давно уже одомашненная лама и дикая форма — гуанако (*Lama guanicoë* Mill.). Гибриды этих видов, полученные в Аскании-Нова, тоже плодовиты.

Однако наиболее интересны среди асканийских копытных антилопы. Они чувствуют себя превосходно в этих местах и успешно размножаются. Это относится и к средним по величине африканским антилопам, таким, как белолобый бубал, бейза и обыкновенный гну, и к небольшой, но исключительно красивой индийской антило-

по гарна (*Antilope cervicapra* Pall.), но особенно значительны успехи в воспроизводстве наиболее крупных так называемых коровьих индийских и африканских антилоп — нильгау, полосатого гну и канны.

Так, от 15 индийских антилоп нильгау, завезенных в Асканию-Нова в 1893 — 1961 гг., был получен приплод в 265 голов.

Голубой гну тоже хорошо плодится в Аскании-Нова. Так, всего от семи завезенных сюда животных получено поголовье более чем в 200 особей.

Однако венцом всех работ по акклиматизации копытных в Аскании-Нова стали результаты экспериментов по одомашниванию антилопы канны.

Антилопа канна — уроженка степных и лесостепных районов Африки. В Асканию-Нова она была завезена в 1892 г., а с 1896 г. начала размножаться. С тех пор в заповеднике родилось уже 400 маленьких канн. В настоящее время в степи пасется стадо из 50 голов. Канна — животное стадное, с удивительно ровным, спокойным характером, что позволяет пасти этих антилоп на открытой местности с такой же легкостью, как и домашних коров. Плодовитость асканийских канн тоже почти такая же, как и у домашних коров, т. е. каждая самка ежегодно приносит по одному детенышу, и в конечном итоге стоимость выращенной здесь антилопы приблизительно равна затратам на выращивание коровы.

Канна — крупное и мощное животное. Вес самцов в Аскании-Нова достигает 700 кг, а самок — 500 кг, мясо исключительно вкусное

и питательное, а шкура служит хорошим сырьем для изготовления прочной кожи.

Но самое сенсационное в разведении этих антилоп то, что с недавних пор их начали доить и сейчас уже получают более 600 л молока от одной самки в год. Канье молоко содержит более 14% жира и в два раза больше белка, чем коровье. Оно не только вкусно и питательно, но обладает неоценимыми целебными свойствами. Молоком канн удается лечить многие желудочно-кишечные и кожные заболевания. В Аскании-Нова создается первая в мире продуктивная форма антилопы канн.

Разведение диких копытных началось в Аскании-Нова с 1891 г., причем к настоящему времени получено уже около 5 тыс. голов как чистокровного, так и гибридного приплода. Около 900 голов молодняка было получено в дореволюционное время, 1100 — в довоенные годы и около 3000 — после Великой Отечественной войны.

Это позволило передать зоопаркам нашей страны и ряда зарубежных государств более 1000 копытных и заложить 20 очагов вольной акклиматизации охотничье-промысловых видов на Украине, в Молдавии и других республиках.

В последние годы численность диких копытных в Аскании-Нова поддерживается на уровне около 500 особей — представителей более сорока видов. С расширением площадей загонов и строительством новых помещений для зимовки теплолюбивых животных поголовье в течение пятилетия будет удвоено и значительно увеличен видовой состав.

Дикие копытные, живущие в Аскании-Нова, через несколько поколений приспособляются к местным условиям и поэтому служат ценнейшими объектами для изучения закономерностей влияния на организм животного окружающих условий среды.

Самое привлекательное в этом своеобразном зоопарке то, что многочисленные посетители-туристы могут наблюдать за дикими животными в природных условиях, где те чувствуют себя свободно и привольно, а не являются собой печальное зрелище одиночных невольников в клетках.

Огромные мохнатые бизоны, стройные и изящные олени, полосато-пестрые зебры, экзотические антилопы, ламы и другие животные из самых различных широт, материков и ландшафтно-географических зон, кочующие однородными или смешанными стадами по последнему уцелевшему массиву южно-украинской целинной степи, оставляют у экскурсантов сильное впечатление и тем самым служат великой идее охраны природы.

Кроме целинной степи и зоологического парка с его богатым и разнообразным животным миром ценнейшей составной частью Аскании-Нова является его ботанический сад.

От зоопарка он отделен только аллеей, а с юга примыкает к ближайшему участку заповедной целинной степи, причем здесь создана зона постепенного перехода степи в искусственную лесостепь, засаженную засухоустойчивыми кустарниками и группами деревьев.

Общая площадь ботанического парка с переходной

и защитной зонами достигает более 68 га. Он заложен в плане отдельных куртин и массивов, перемежающихся полянами. Небольшой живописный пруд в его центре, лабиринты тенистых аллей, фонтаны, грот и искусственные горки, а также постоянно журчащие оросительные ручьи, растекающиеся от увитой виноградом водонапорной башни, построенной в стиле средневековых замков, создают удивительное, какое-то сказочное, впечатление, которое усиливается еще резким контрастом с окружающей унылой степью.

Среди насаждений преобладает обыкновенный ясень, белая акация, гладкий вяз, западный каркас, западная туя, черешчатый дуб, можжевельник. В отличие от окрестных степей травянистая растительность здесь богата луговыми и лесными видами, такими, как безостый костер, луговой мятлик, сборная ежа, заячий ячмень, лимонная мята, чистотел, чина, и другими травами. Пышно произрастают на удобренной листьями почвы лесных куртин ландыши, фиалки, красодневы, барвинки, подснежники и др.

Все это, разумеется, привнесено сюда рукою человека, поскольку 80 лет тому назад на месте нынешних парков волновалась лишь однообразная ковыльно-типчаковая степь.

Заселение парков певчими птицами происходило главным образом в начале нашего века, когда орошаемые и обводненные древесно-кустарниковые насаждения уже в достаточной мере подросли. Тогда здесь начала гнездиться кукушка, а за ней иволга, зеленушка, коноплянка, черноголовая овсян-

ка, синица, сорокопут, мухоловка, славка, соловей.

И вот весной, в течение почти всего мая, когда Аскания-Нова буквально утопает то в сиреневом, то в снежно-белом жасминовом цвету, когда под сенью дубрав и хвойников в сыром полумраке раскрываются пахучие ландыши, а опушки устилаются коврами фиалок, в парках ни днем, ни ночью не смолкает птичий гомон и щебет, и, слушая днем кукование, а ночью соловьиные трели, забываешь, что вокруг на сотни километров простирается голая скучная равнина. Бывало так, что в асканийских парках даже токовали тетерева (конечно, завезенные сюда человеком), а тяга вальдшнепов здесь — обычное явление.

Гнездится в ботаническом парке и ворон, а временами — и степной орел. На пролетах же и на зимовке здесь встречается множество хищных птиц, в том числе ястребы, канюки, луны, соколы и даже орлан-белохвост. В парках зимуют также дятлы, пищухи, различные синицы, дрозды, свиристели и другие птицы.

Всего в районе Аскания-Нова встречено 259 видов птиц, в том числе 85 видов на гнездовании, 70 — на зимовке, а остальные — на весенних и осенних перелетах. Вся орнитофауна образовалась здесь благодаря преобразованному человеком угодию — лесному островку в Присивашской степи.

Более 200 птиц специально завезено в Асканию-Нова человеком. Многие из них содержатся в неволе, в вольерах или и на прудах с подрезанными крыльями, а некоторые виды постепенно вошли в состав местного пти-

чьего населения, живущего на полной свободе.

Наибольший интерес, разумеется, представляют те из завезенных в Асканию-Нова птиц, которые здесь размножаются и оставляют свое потомство. Таких видов насчитывается 96, однако только 22 из них гнездятся в Аскании-Нова регулярно.

На полянах парков, в особенности утром или к концу дня, можно увидеть пестрых самцов и рябеньких самочек обыкновенного фазана. Путем скрещивания нескольких подвидов обыкновенного фазана — кавказского, семиреченского, уссурийского и других в Аскании-Нова выведена местная форма, отличающаяся сравнительно устойчивыми признаками. В парках, в прилегающей к ним степи и на полях фазаны находят для себя достаточно корма, поедая различных насекомых, улиток, червей, а также семена, побеги, плоды и ягоды многих растений. И только во время сплошного снегового покрова все птицы собираются в парках, где они ночуют на деревьях и получают специальную подкормку из зерновых отходов, которая высыпается в постоянных местах, защищенных навесами.

Регулярно гнездятся в Аскании-Нова водоплавающие птицы: лысуха, два вида лебедей — кликун и шипун; четыре вида гусей (серый, белолобый, горный и гуменник); канадская казарка и пять видов уток (огарь, кряква, каролинка, мандаринка и мускусная утка).

Численность кряквы на асканийских прудах в течение всего послевоенного времени поддерживается на уровне около 500 особей, при-

чем приблизительно столько же этих птиц ежегодно здесь выводится и почти столько же (если не производится отлов) улетает из Аскании-Нова безвозвратно. Таким образом, за счет асканийского орнитопарка обогащаются различные охотничьи угодья. Кряква, как и огарь, гнездится в утиных домиках, занимая ежегодно более сотни таких гнездовий, однако в Аскании-Нова есть популяции крякв, гнездящихся, как обычно, в природных условиях, на кочках, завалах тростника и, наконец, просто на земле. Множество таких гнезд можно встретить в конце марта, в апреле, в мае и даже до середины июня в заболоченном запрудье орнитопарка и на увлажненной территории примыкающего к орнитопарку Чапельского пода.

К зиме все кряквы, как, впрочем, и остальные утки, а также гуси и лебеди собираются на центральном глубоководном пруду зоопарка, где их регулярно подкармливают. Поэтому именно в зимний период водоплавающие орнитопарка достигают наибольшей упитанности.

В Аскании-Нова издавна содержится особая группа нелетающих птиц — африканские страусы (*Struthio camelus*), южно-американские нанду (*Rhea americana*), австралийские эму (*Dromaeus novae hollandiae* Zanth.) и племоносные казуары (*Casuarus casuarus*).

Наиболее крупные из них и, если говорить о самцах, то и наиболее красивые, конечно, африканские страусы. Эти двупалые птицы достигают в Аскании-Нова 170 кг, а самое тяжелое яйцо этого вида весило 2,2 кг. Это по

весу чуть ли не четыре десятка куриных яиц!

Африканских страусов выпускают на лето в большой загон, где пасется множество разнообразных копытных. Вместе с каннами, гну и зебрами они весьма удачно воспроизводят в Аскании-Нова общий вид африканской саванны.

Южно-американские нанду отличаются от африканских страусов не только размерами, но и расцветкой оперения. В состав гарема каждого самца нанду входит 5—7 самок, которые откладывают яйца в специально устроенное самцом обширное гнездо-яму. Когда в гнезде соберется более двух десятков яиц, самкам предоставляется полная свобода, так как и насиживание этой коллективной кладки и воспитание вылупившихся птенцов полностью обеспечивается только одним самцом.

Эму — выходец из Австралии и прилежащих к ней островов. Это крупная, весом до 50 кг трехпалая птица. Ее темное, покрывающее все тело, оперение напоминает длинные волосы. Самцы от самок внешне почти не отличаются, разве что по голосу, и хотя они живут не гаремами, а попарно, высиживание птенцов у них тоже падает на долю самца.

Воспроизводство многих ценных диких животных в неволе — большое достижение в научном, общеприродоведческом смысле. В этом большая заслуга коллектива научных работников Аскании-Нова. Именно в вопросах преодоления бесплодия диких животных в неволе этот заповедник приобрел мировую славу, потому что здесь получен приплод от 69 ви-

дов, подвидов и гибридных форм копытных, от трех видов страусов и 96 видов других птиц.



Специальным постановлением решено Асканию-Нова в скором времени превратить в обширный природный парк. Предусматривается закладка нового дендрологического парка на площади 100 га, увеличение территории зоологического парка до 2400 га, создание в зоопарке водоема площадью 200 га с большими островами и парковыми насаждениями на них общей площадью до 50 га. Кроме того, предусматривается строительство около 50 объектов хозяйственных и научно-технических сооружений для содержания и изучения животных зоологического парка. Вся территория зоопарка огораживается металлической сеткой и разделяется на десяток обширных, более чем по 200 га, загонов для диких копытных и страусов. Для научной работы и под жилье для сотрудников института и его научно-опытного хозяйства предусмотрено строительство новых лабораторных и жилых корпусов.

Осуществление всех этих мероприятий планируется на ближайшее пятилетие, причем для этих целей выделяется около 30 млн. руб.

В итоге будут созданы все условия для научной работы крупнейшего степного акклиматизационного и заповедного парка, населенного ценными и редкими животными. Приезжайте в Асканию-Нова, и у вас на всю жизнь останется незабываемое волнующее впечатление!

УДК 59.006



МУЖЕСТВО ПО СХОДНОЙ ЦЕНЕ

*Профессор В. Гржимек
Директор Франкфуртского зоопарка*

— Не порти нам удовольствие хотя бы эти последние годы, дай поохотиться всласть, — говорил мой друг Блюз, вытягиваясь во весь свой длинный рост на походной кровати.

...Блюз — профессиональный охотник, «white hunter», как их здесь называют, который по заданию какой-нибудь «Сафари-фирмы» сопровождает на охоту богатых немецких и американских туристов. Он обязан зорко следить за тем, чтобы ни один волос не упал с головы гостя, пока тот будет охотиться на львов и слонов. Такие профессиональные охотники, как правило, отличные ребята, которым просто тесно в четырех стенах.

Между прочим, мне пока еще не довелось увидеть среди них хоть одного, который бы разбогател на этом деле. Богатеют только фирмы, в распоряжении которых они находятся. Этим людям мила свободная жизнь среди дикой природы; к своим клиентам они, как правило, испытывают откровенное презрение, но вынуждены играть при них роль няньки или ангела-хранителя, да при этом еще вежливо улыбаться. Почти любой из них согласился бы даже за половину своего жалованья устроиться лесничим в каком-нибудь национальном парке. Но таких вакансий, к сожалению, очень мало.

Мой друг Блюз вот уже несколько недель добровольно помогает нам в нашей работе, без всякого вознаграждения. Он как раз только что заработал такую сумму денег, которой должно хватить на то, чтобы его жена и трое детей в Аруше могли безбедно прожить следующие несколько недель; поэтому он раз-

решил себе небольшой отдых и хочет сделать что-нибудь доброе для животных, вместо того чтобы в них стрелять.

Вначале мы с Михаэлем¹ подумали, что Блюз подослан к нам с целью выведать о каких-нибудь наших неблагоприятных делах. Ведь совсем недавно мы узнали, что один немецкий «охотник за дикими животными», рекламирующий себя в газетах в качестве бесстрашного победителя горилл и слонов, запрашивал в письменной форме англичан, живущих в Африке, не знают ли они про нас каких-нибудь гадостей, чтобы иметь возможность чинить нам препятствия в нашей работе.

Настроенные подозрительно, мы для начала решили и мистера Блюза «прокатить с ветерком», чтобы он потерял желание шпионить за нами, и кувыркали его в своем самолете до тех пор, пока ему не пришлось воспользоваться нашими, бумажными мепочками. Но он не струсил. А теперь мы уже убедились в том, что он честно хочет нам помочь.

— Нет, я решительно отказываюсь понимать, почему ты так настроен против охоты! — говорит Блюз, выуживая смятую сигарету из своего бокового кармана.

— А кто тебе сказал, что я не люблю охотников? — в свою очередь спрашиваю я. — Ничего подобного. Правда, я люблю животных и умудрился проработать с ними всю свою жизнь. Но из-за этого я вовсе не стал сентиментален и рассуждаю вполне логично. Например, требовать, чтобы никаких животных не убивали, я никогда не стану: я ведь не вегетарианец и с удовольствием ем мясо и колбасу. Как биологу мне отлично

Из книги В. Гржимека «Серенгети не должен умереть», которая готовится к печати в изд-ве «Мысль».

¹ Михаэль — сын В. Гржимека. Погиб в авиационной катастрофе во время учета животных.



Орудия ловли, применяемые браконьерами

известно, что любая жизнь на Земле возможна лишь за счет другой жизни: лев убивает зебру, а зебра уничтожает траву.

Не могу я принципиально возражать и против проведения опытов на животных. Правда, закон должен был бы охранять их строже. Но до тех пор, пока я соглашаюсь делать себе прививки против оспы, пока я готов принимать таблетки от головной боли и оперировать себя в момент, когда моей жизни угрожает опасность, — до тех пор я не вправе требовать запрещения вивисекции. Потому что все это вначале испытано на животных, усовершенствовано за их счет. Сотни тысяч людей выживают только благодаря тому, что животных приносят в жертву науке. Животные терпят мучения, чтобы избавить нас от боли и хвори.

Мне самому не доставляет ни малейшего удовольствия застрелить животное. Но я не

фанатик, я отнюдь не собираюсь навязывать свои взгляды другим людям. Я прекрасно знаю: не будь у нас охотников, в Европе давно бы уже не было ни серн, ни оленей, ни кабанов, ни зайцев, ни кроликов. Фермеры давно бы истребили наших последних диких животных как вредителей сельского хозяйства, если бы охотничьи общества не оплачивали убытки, нанесенные этими животными полям и огородам; и те же охотники заботятся о зимней подкормке животных. Убийство животного у хорошего охотника перестает быть целью и отходит на задний план. Ведь в конце концов и скотовод в один прекрасный день забивает своих животных. Самые искусные охотники теперь возвращаются из-за океана с отснятыми пленками в качестве трофея. Потому что каждому специалисту прекрасно известно, что получить снимок разъяренного слона значительно трудней и

во много раз опасней, чем застрелить его.

Явная неприязнь у меня только к определенному сорту «охотников-бизнесменов» — к тем, кто сегодня между двумя деловыми поездками «заскакивает» на две недели в Восточную Африку, чтобы уложить несколько львов или слонов. И при этом они зачастую никогда прежде и ружья-то в руках не держали.

— На две недели — много ты знаешь! — ворчит Блюз. — На днях мне пришлось за четырнадцать дней провести сафари — охотничью экспедицию — в Южную Танганьiku, разбить палатки и маркировать белым посадочную площадку, чтобы мой «господин охотник», прилетевший из Америки на собственном самолете, мог удобно приземлиться. Ибо он заключил пари, что ему достаточно одного дня в Африке, чтобы застрелить льва.

И представь — он выиграл пари! Правда, львов я заранее прикармливал в этом месте, чтобы они держались поблизости; ему нужно

было только пересечь в мою машину и отъехать со мной на километр. Потом мы (согласно инструкции) отошли на 200 м от машины до того кустарника, где отдыхало мое семейство львов. Я настаивал лишь на том, чтобы он прошел хотя бы на три шага вперед, потому что я никогда не позволяю подобным возбужденным субъектам с неуравновешенной нервной системой стоять позади меня: помирать мне еще неохота! Ведь эти гости со своими «пушками» куда опасней любого льва или кафрского буйвола...

Ну, словом, он пальнул, а я одновременно с ним тоже выстрелил. Но, разумеется, льва убил он (таков сервис нашей фирмы). Я его поздравил, и мы выкурили по сигарете, чтобы убедиться, что лев уже мертв и больше не встанет. Затем он гордо, с ружьем в руках, встал, как это водится, возле бедного льва, чтобы запечатлеть себя на снимке для бульварной газетенки у себя дома. Этот деятель тут же полетел в Индию, где ему какой-то



Корзинки для бумаг... из ног слонов. Такие «сувениры» пользуются особым спросом у заезжих туристов

магараджа обещал все приготовить для охоты на тигра. По всей вероятности, у него и на это ушло не больше одного дня.

Тогда я вынул из своего бумажника газетную вырезку и протянул ее Блюзу: «Пуговичный фабрикант из Скерделя, штат Нью-Йорк, мистер Б. С. вместе со своим четырнадцатилетним сыном вернулся на днях из Португальской западной Африки. Мальчик гордо сообщил репортерам на аэродроме, что его охотничья добыча составляет триста диких животных. Он перестрелял много слонов и носорогов и из безопасного места (с дерева) «даже» четырех бегемотов. В другой раз он повстречал леопарда, которому он одним выстрелом снес череп».

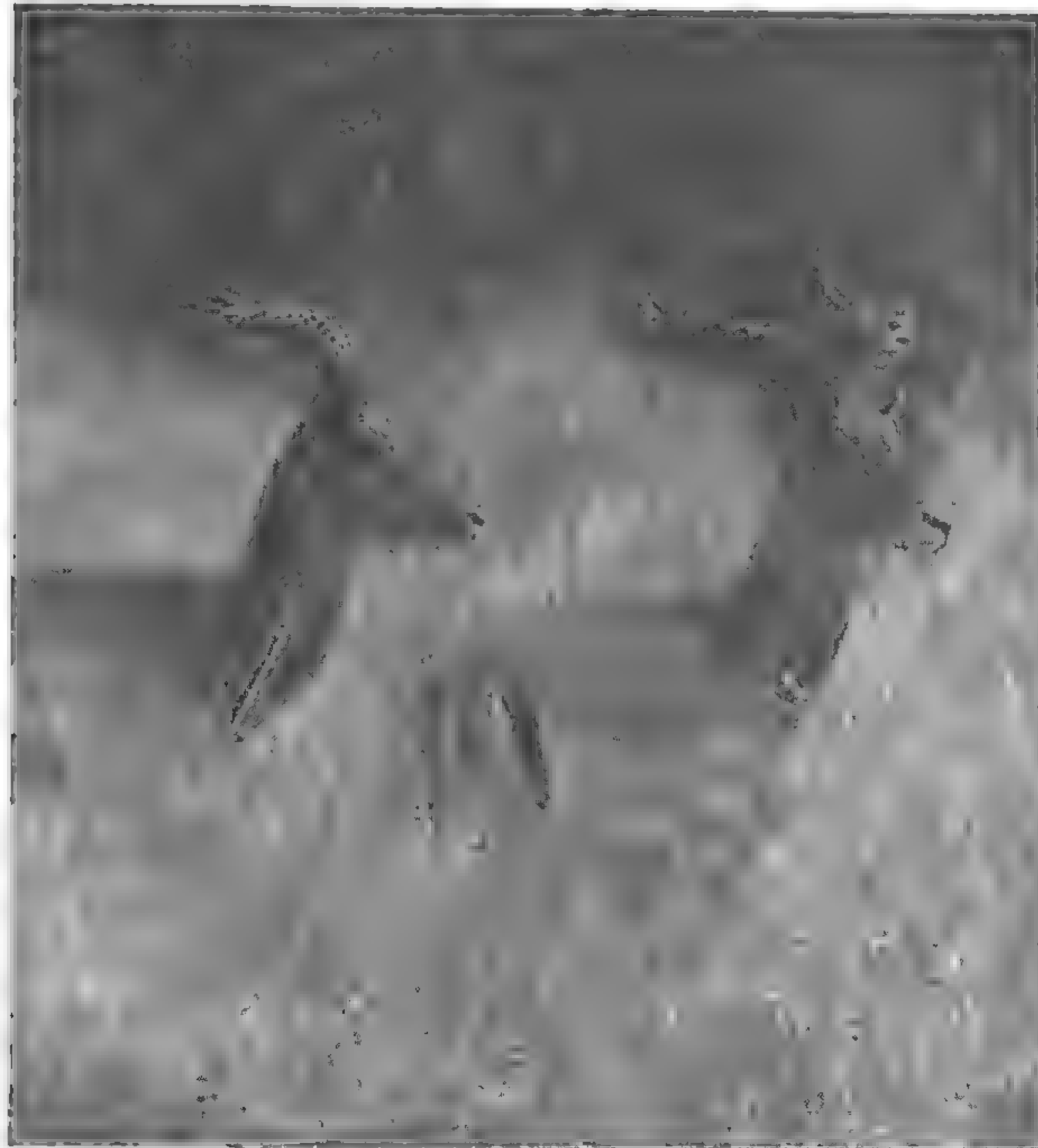
На фото, сопровождавшем текст, этот малый был запечатлен на аэродроме с ружьем и шляпой в руках; рядом — молодая девица, смотрящая на него с нескрываемым восторгом.

— Некто господин Т. из Америки даже поспорил, что сумеет убить слона стрелой из лука. Сообщение о его «подвиге» прошло по страницам всех газет мира. Этому мистеру Т., видимо, нечем больше было завоевать себе славу сильного мужчины и смельчака.

— Я знаю, я видел его, — сказал Блюз. — Он приехал сюда, в Восточную Африку, и стал искать кого-нибудь, кто бы согласился его сопровождать и охранять. Я отказался. Другие — тоже. Любой профессионал знает, чем это может кончиться. Тогда он переехал через границу и в Конго выиграл свое пари. Правда, в газетах скромно умалчивалось, что его сопровождал прекрасно вооруженный профессиональный охотник, готовый свалить слона в любой момент метким выстрелом.

— И ничего не говорилось о том, — добавил я, — что мистер Т. всадил в несчастного слона пятнадцать стрел и преследовал его в течение девяти часов кряду, пока у наемного провожатого не лопнуло терпение и он не прикончил замученное животное из ружья. Однако тут уж я позаботился о том, чтобы это было опубликовано во всех газетах того города в Америке, где он проживает!

...Один из лесничих западной Серенгети, будучи прежде профессиональным охотником, составил за свою долгую жизнь несколько прекрасных альбомов с красочными фотографиями животных и снимками приезжих туристов, которых он сопровождал на охоту. Среди этих снимков есть один, высланный ему клиентом, вернувшимся в Калифорнию. Этот тучный господин изображен на



Антилопы импала

фоне стены, обвешанной трофеями: тут головы львов и тигров, бивни и рога антилоп. И между ними огромная рама с фотографией весьма оголенной известной кинозвезды. С помощью лупы мне удалось прочесть даже собственноручный автограф этой дамы на фотографии: «Может быть, ты и на меня захочешь поохотиться?...» Под всеми этими трофеями рядом с отважным охотником была сфотографирована и его престарелая супруга. Вид у нее был весьма подавленный.

Наши идеалы за последние десятилетия изменились: успехом пользуется тот мужчина, который умеет «делать» деньги. Во времена наших дедов и бабок туго набитый кошелек отнюдь не давал еще доступа в любой дом и вообще куда угодно. Сегодняшнему преуспевающему дельцу вечно некогда. Все свои часы и минуты, даже вечера и ночи он вынужден тратить на то, чтобы оставаться «преуспевающим». Но чем старше и солиднее он становится, тем все чаще замечает, что лишал себя в жизни многих удовольствий, и если упущенное срочно не наверстать, то скоро будет поздно. Он с горечью сознает, что никогда не чувствовал себя настоящим мужчиной, не имел фактически никакой личной жизни, не пользовался успехом у женщин, не любил ни своей жены, ни чужих жен...



Бородавочник

В часы раздумий он начинает завидовать даже фабричному парню, лихо отплясывающему на танцплощадке. И вот он уже собирает доказательства своей мужественности в мимолетных похождениях, кичится своими мнимыми победами, выставляет на показ увеличенный в несколько раз предмет своей любви в золоченой раме... Да настоящий мужчина скорей позволит себе руку отрубить, чем согласится выставить любимую женщину в подобном виде на всеобщее обозрение!

Одними только деньгами мировой известности не достигнешь. Для того чтобы стать коллекционером произведений искусств, нужно в них хоть что-нибудь понимать; чтобы стать знаменитым альпинистом, необходимы тренировки и смелость, а чтобы стать олимпийским спортсменом — выдержка и богатырское здоровье. И только для одного занятия «хлипкому» мужчине не требуется ничего, кроме денег: для охоты на диких животных за океаном. Даже времени на это уходит очень мало. Здесь вы можете вкусить от славы, которую завоевали себе настоящие охотники в конце прошлого столетия; те, которым приходилось месяцами пробираться по бездорожью, с далеко еще не совершенным

оружием, рискуя заболеть малярией, сонной болезнью или попасть в руки каннибалам. Вот тем действительно требовалось много смелости и выносливости, чтобы преодолеть все эти трудности. Разбогатевшие же коммерсанты, которым недостает потенции, необходимой для доказательства настоящей мужественности, политические деятели, стремящиеся завоевать себе популярность, быстро и без хлопот покупают себе здесь удостоверение своей смелости и отваги, чтобы, вернувшись домой, прославлять себя на страницах газет, иллюстрированных журналов или среди друзей за бокалом коктейля.

— И должен тебе сказать, что между ними попадаются прямо жуткие типы, — вздыхает Блюз. — Ты не представляешь, какие огромные ящики с виски мне приходится иногда таскать за собой! Правда, иногда сюда приезжают и порядочные люди, с которыми я охотно работаю. В конце концов ведь приезжие оплачивают лицензии, привозят деньги в страну.

— Теперь далеко не все туристы приезжают в Африку «пострелять» в животных, — говорю я. — В наши дни находятся уже десятки тысяч людей, которым хочется хоть раз в жизни увидеть слонов и зебр на воле, а не за решеткой зоопарка. С той быстротой, с которой сейчас развивается авиация, через год-другой можно будет за два-три часа из Лондона долететь до Найроби. Наши дети будут быстрее и дешевле добираться до Центральной Африки, чем наши родители добирались до Италии.

Почему люди стремятся в Африку? Мне лично приятна природа Восточной Африки, но по мне судить нельзя: я не беспристрастен — я «болеельщик». И если трезво рассуждать, то Альпы куда грандиознее, Швейцария куда прохладнее и свежее, а горы Рокки-Маунтин¹ значительно великолепнее... То, что привлекает туристов в Африку, — это ее дикие животные. Что касается бывших «дикарей», то скоро они будут отличаться от нас только цветом кожи, они ведь и так уже разъезжают на велосипедах и машинах. Если же здесь исчезает и дикая фауна, как это случилось почти повсюду в остальной Африке, то вряд ли кто-либо из туристов захочет прилететь в Восточную Африку.

С каждым годом люди все упорней будут разыскивать те места на Земле, где еще со-

¹ Горы в национальном парке штата Колорадо (США).

хранилась нетронутая природа с ее животным миром. То, что становится редким, как правило, делается дороже и привлекательней. Когда наши классики ездили в Италию, их интересовали только развалины древнего Рима и вообще памятники старины. Дикая красота Альп, которая сегодня привлекает миллионы восхищенных туристов, их нисколько не занимала. Она была для них лишь опасным бездорожьем. Потому что диких мест и нетронутой природы в те времена было повсюду достаточно.

... Начиная с рождества Христова, люди уже истребили 106 видов млекопитающих. Что дикие животные неминуемо должны пойти на пропитание голодающему человечеству — это предрешиено. Единственное, что могут сделать для животных такие люди, как Михаэль и я, как полковник Моллой и лесничие, — это отвоевать несколько боль-

ших «зоопарков» прямо на их родине, какими, собственно, и являются национальные парки.

Они ведь и на самом деле живут там почти как в зоопарках. Люди в странах Европы и Америки, просматривая фильмы и читая книги об Африке, получают совершенно ложное представление об истинном состоянии дел. Крутят чудесные фильмы о живой природе, снятые в Парке королевы Елизаветы или в конголезских национальных парках, и ни словом не упоминают о том, что подобные кадры можно теперь заснять только в этих парках и нигде более во всей Африке.

Книги об Африке повествуют о головокружительных приключениях со львами и змеями, чтобы заставить читателя проникнуться должным уважением к отважному путешественнику. Африка — это рай для



Зебры в саванне

животных, — так думают многие, — единственный континент на Земле, где четвероногим созданиям еще достаточно просторно и вольготно....

Несколько лет назад я повстречал в Конго одного швейцарца, который, будучи торговцем, прожил всю свою жизнь в Каире. Теперь у него хватает и денег и времени, чтобы путешествовать, и он решил проехать в глубь материка, чтобы поближе с ним ознакомиться. Этот торговец был уже три месяца в пути: путешествовал он на самолете и в автобусе, по железной дороге и на пароходе, по озерам и рекам и просто в машине. Я спросил его, много ли диких животных пришлось встретить ему по дороге.

— А как же, — ответил он, — целую уйму.

И он сейчас же принялся рассказывать про слонов, львов и жирафов, которых видел. Но когда я расспросил его подробнее, то, как я и ожидал, выяснилось, что всех этих животных он видел только в национальных парках. Вне их границ за время трехмесячной поездки по Африке только однажды ему повстречалось относительно крупное животное — страус.

... В Кении, вне границ национальных парков и резерватов, в местностях, куда

можно добраться на машине, сегодня нелегко найти дичь. Поэтому-то сафари теперь так охотно направляются в Танганьiku, особенно в южную ее часть. А поскольку они обычно формируются в Найроби, а не в городах Танганьики — Аруше или Дар-эс-Саламе, то и деньги свои туристы оставляют в Кении, расплачиваясь там за снаряжение, провиант и обслуживающий персонал, а в Танганьiku поступают лишь сборы за лицензии. По сравнению со всеми расходами, которые требует подобная охотничья экспедиция, эти сборы составляют самую незначительную долю.

Еще в 1870 г. в Германии двое из трех человек жили в деревне, а один в городе. Но уже в 1932 г. это соотношение изменилось: теперь двое из трех вели свое хозяйство в городе и только один оставался в деревне. В Англии уже в 1951 г. 79% населения жило в городах, и та же картина наблюдается в Австралии. Даже в Африке теперь и черный и белый стремится в город: в Южно-Африканском Союзе, например, перепись населения 1951 г. показала, что 42,6% жителей живет в городах.

Что касается наших дедов и бабок, то они еще держали у себя в курятнике кур, а на скотном дворе коров и лошадей. И даже



Встреча носорогов

если они жили в городе, то перед окнами на улице у них стояли лошади, запряженные в повозки. Когда родители отправлялись гулять со своими детьми, то они нередко еще могли показать им аиста, лису, зайца, серну, барсука, сову, оленя и ястреба. С самого начала своего существования на Земле люди всегда были окружены живой природой и ее четвероногими обитателями.

Впервые все это изменилось только сейчас, в наше время. Все больше людей лишается возможности общения с живой природой и, кроме собак, кошек и зеленых попугайчиков, не видят никаких животных. И только в том случае, если в городе есть зоопарк, они еще могут изредка полюбоваться животными, которые там содержатся. Именно по этой причине во всем мире стараются открывать все новые и новые зоопарки, и число посетителей в них с каждым годом все увеличивается. Так, Франкфуртский зоопарк в течение десяти лет перед последней мировой войной ежегодно посещало в среднем 313 тыс. человек. В 1958 г. их было уже 1,7 млн. Аналогичная картина наблюдается в большинстве зоопарков мира — в США, Советском Союзе, Китае.

Люди чувствуют: у них отняли что-то, прежде неизменно украшавшее их жизнь. В их душе образовались рубцы, время от времени дающие о себе знать. А неосознанная тоска по утерянному зачастую проявляется в преувеличенной, болезненной форме. Обратите внимание: когда кошка залезет слишком высоко на дерево и начнет жалобно мяукать, боясь слезть обратно, непременно соберутся сотни взволнованных прохожих, примут живейшее участие в ее судьбе и даже вызовут пожарных. Льву, которого в зоопарке разорвал тигр по недосмотру смотрителя, открывшего не ту задвижку, будет посвящено в газате значительно больше строк, чем шестерым пешеходам, сбитым в тот же час на автомобильных дорогах.

Чем меньше будет животных, тем больше станет повышаться на них спрос, тем ценней они будут. Уже в наши дни с ними проделывают самые бессмысленные вещи: на их родине зверей истребляют, но зато всячески стараются разводить прямо в центре больших городов. Там для животных искусственно создают условия, имитирующие природный ландшафт их родины, содержат в специально отапливаемых домах, строят для них каменные горы, закладывают пруды — словом, создают для них вторую «родину».

В самой Африке создано уже пять больших зоопарков — наши предки удивились бы, узнав о таком парадоксальном явлении! Но и в Африке эти зоопарки возникли не там, где животные могут чувствовать себя привольно, а там, где больше людей — в крупных городах: Каире, Хартуме, Леопольдвилле, Претории и Йоганнесбурге.

А крупные города все разрастаются. В грядущие десятилетия и столетия люди наверняка не станут совершать путешествий, чтобы взглянуть на чудеса современной техники, а будут стремиться вон из угарной городской атмосферы в последние уголки живой природы с ее мирными обитателями. Страны, сумевшие сохранить к этому времени такие уголки, станут вызывать не только всеобщую благодарность и зависть, но будут иметь от этого и доход — к ним ринутся потоки туристов.

... Ни одному правительству не придет ныне в голову убрать «бесполезный» Акрополь и на его месте воздвигнуть дорогой универсальный магазин или большой отель. Несколько сот лет назад такие вещи с произведениями искусства и памятниками старины зачастую еще случались: римские храмы разбирали, а из их плит строили жилые дома. В наши дни любые правители отлично понимают, что все человечество возмутилось бы и заклеило их позором как варваров, если бы они позволили себе что-нибудь подобное.

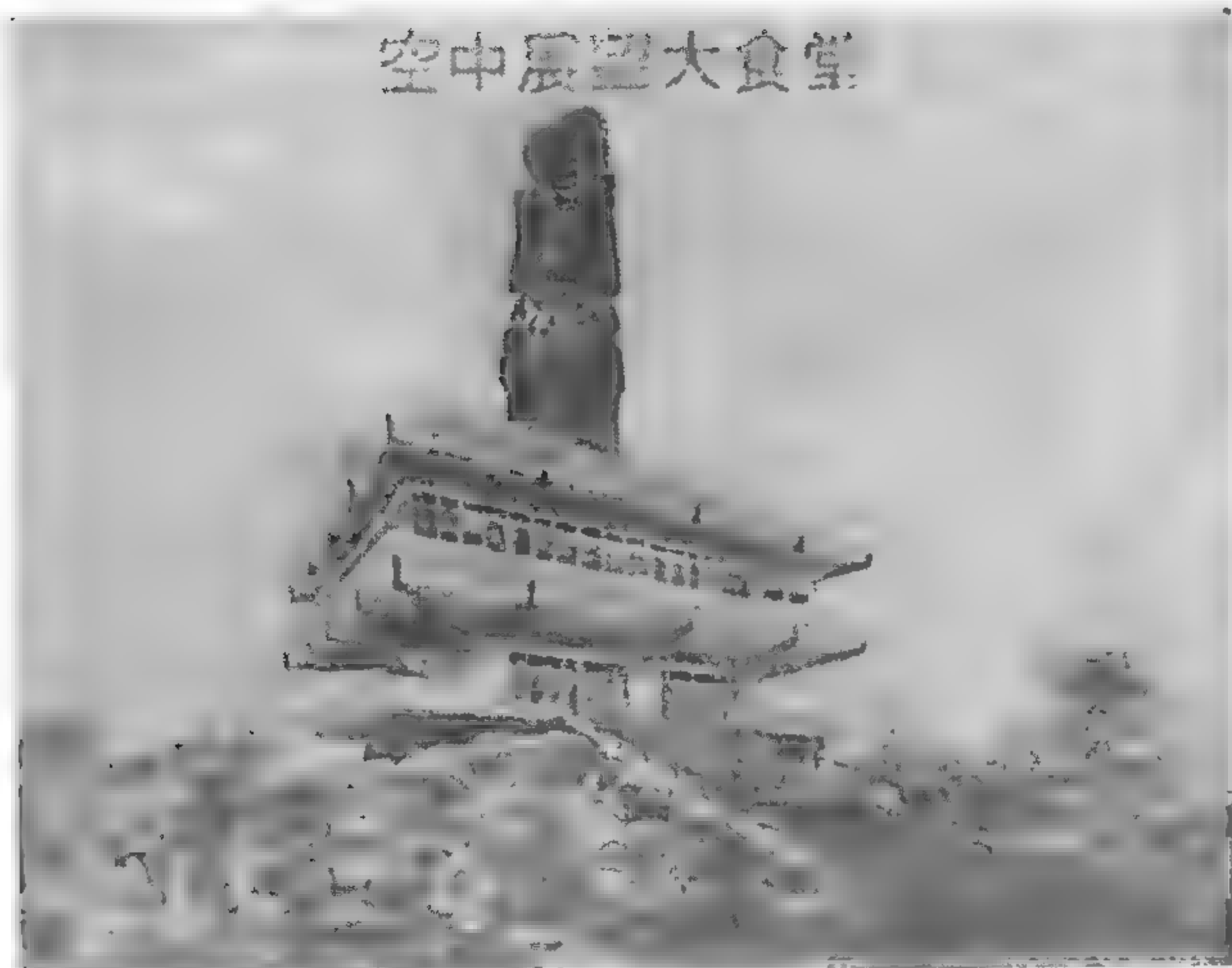
Разумеется, иногда при строительстве плотины какая-нибудь красивая старая часовенка или усадьба навсегда исчезает под водой. С этим приходится мириться. Но как бы это выглядело, если бы новоявленным богачам с плохими манерами разрешили устраивать тир среди старинных картин и скульптур? Вот так же обстоит дело и с последними слонами, львами, стадами зебр и носорогами. Конечно, они должны уступить людям место. Но наша обязанность — сохранить для них несколько убежищ на их же родине, в которых людям будет запрещено поселиться.

Может быть, кое-кому такое требование покажется несколько сумасбродным. Но через сотню, а возможно уже через 20 лет оно станет само собою разумеющимся.

Перевод с немецкого Е. А. Геевской

Фото Б. Гржимека

УДК 502.7



Аквариум лаборатории Сето. Наверху статуя полинезийского божества Тики

В СТРАНЕ МОРСКИХ БЕРЕГОВ

*О. Б. Мокиевский
Москва*

Трудно найти другую такую страну, как Япония, вся жизнь которой была бы столь тесно связана с морем. На Японских островах нет ни одного пункта, удаленного от берега более чем на полтора-два километра. Поскольку для земледелия пригодна едва ли одна пятая часть территории, не удивительно, что рыба и другие морские продукты стоят в рационе японского населения на втором месте, вслед за традиционным для

всей юго-восточной Азии рисом. На каждых четверых работающих японцев приходится один рыбак или моряк, а по добыче из моря пищевых продуктов Япония прочно занимает первое место в мире.

Но море здесь не только кормит — оно оборачивается порой коварным и жестоким врагом. Япония — страна тайфунов и наводнений, нередко ее посещают и зловещие цунами. На живописных гостеприимных бере-

гах залива Исэ и Внутреннего моря Японии нам приходилось видеть укрепления противотайфунной защиты: сплошные ряды гигантских мощных надолбов.

Все это объясняет особое внимание, которое уделяется в Японии мореведческим наукам. Можно было заранее предполагать, что на XI Тихоокеанском конгрессе в Токио, в котором мне довелось принять участие, океанография, морская биология и проблемы рыбного хозяйства займут очень важное место. Но не будем здесь возвращаться к самому конгрессу — о нем уже сообщалось в журнале «Природа»¹. В этой же статье мне хочется рассказать о своих поездках по стране, о Японии, увиденной глазами гидробиолога.

Токио — самый населенный и, пожалуй, самый разноликий город мира. Он далеко выплеснулся за свои первоначальные границы и слился даже с Иокогамой — портом, который ранее отстоял от столицы на тридцать километров. Подавляющая часть одиннадцатимиллионного населения города живет в одно-, реже двухэтажных домах, обязательно окаймленных садиком, пусть он даже порой насчитывает лишь два-три дерева, втиснутых между калиткой и домом. Деревьев много и на улицах: тут и священный реликт третичной флоры гинко с его своеобразными двулопастными листьями, и величественные кедры — криптомерии, и словно сошедшая с японских гравюр узловатая черная сосна с шаровидными пучками длинных игл. Все они тщательно ухожены: многие стволы обернуты соломой — видимо, от жары, достигавшей во время нашего пребывания 35—36°; некоторые особенно почтенные развесистые деревья снабжены многочисленными подпорками. В центре, естественно, преобладают современные многоэтажные дома из бетона и стекла, в большинстве — недавней застройки (ведь город был почти начисто разрушен страшным землетрясением 1923 г. и отстроен заново).

Каждый из центральных районов Токио характеризуется каким-то особым впечатлением; будь то торговый комплекс улиц Гиндзы, затмевающих по вечерам своим неоновым сиянием прославленный Бродвей — здесь больше не только вкуса, выдумки, но и просто единиц освещенности на единицу площади; будь то более чинный район посольств и отелей Акасака; будь то Канда

с ее книжными и электротехническими магазинами — своего рода Латинский квартал Токио. За старомодным университетским городком Хонго находится Уэно, где сконцентрированы художественные и научные музеи. Парки Хибия и Мейдзи образуют как бы тихие оазисы, вкрапленные в кипучий водоворот токийских улиц и приподнятых автострад. Ближе к мосту Нихомбаши расположена просторная площадь императорского дворца — на нее в момент капитуляции Японии во Второй мировой войне пришли покончить с собой около десяти тысяч офицеров.

Очень сердечный и непринужденный прием устроили для нас, советских биологов, японские биологи в парке Кораку-эн, сочетающем в себе традиционные элементы «сада деревьев», «сада цветов», «сада камней», «сада мхов» и «сада воды». Правда, в этот жаркий сезон пересох знаменитый водопад парка, чем наши гостеприимные хозяева были страшно обескуражены и за что приносили такие извинения, словно это случилось по их вине или недосмотру. После ужина, состоявшего преимущественно из даров моря, всем гостям вручили объемистые пакеты с полуфабrikатами блюд из водорослей — «нори» (порфира) и «комбу» (ламинарии), а также подробнейшую инструкцию по их приготовлению.

Заботливые организаторы конгресса предусмотрели ряд экскурсий. Сюда входили и старейший в Японии ботанический сад Коншикава, основанный еще в 1684 году, и зоопарк Уэно, в котором, кроме примель-



Древесный ствол, укрытый от неблагоприятных погодных воздействий

¹ «Природа», 1967, № 2, стр. 116—117.

кавшихся в других садах животных, запомнилась шустрая стайка пингвинов адели, красная с желтой мордой огромная индийская белка, рядом с которой трогательные обезьяны-белки кажутся еще более миниатюрными, забавный кинкажу, пестрые тайваньские олени. Зоопарк очень добротный, как и все, что создают японцы (в нем сооружена даже монорельсовая железная дорога), но по набору экспонатов не идет ни в какое сравнение с расположенным рядом аквариумом Уэно.

Трехэтажный аквариум основан на замкнутой циркуляции, все водопроводящие системы выполнены из винипласта. Механические помпы для подъема воды отсутствуют, ее движение осуществляется гидроструйным подсосом с одновременной аэрацией, а также по принципу сообщающихся сосудов. Вода очищается фильтрами из трех тридцатисантиметровых слоев однородного песка. Аквариум представляет собой своего рода климатрон, где при температуре 16° содержатся холодолюбивые рыбы, такие, как наши лососевые (кета, чавыча, мазу), треска, сельдь, некоторые камбалы, а также рыбы более глубоководные, привыкшие к постоянной, относительно низкой температуре; в воде же, нагретой до 26°, здесь, по-видимому, великолепно чувствуют себя яркие рыбы-бабочки — щетинозубы, пестрые амфиприоны — рыбы-клоуны, изысканные хромисы, помацентрусы и другие рыбы-барышни и причудливые, с окрашенными губами балисты-спинороги. В большом аквариуме пле-

щется стая некрупных акул триакис, в другом скалят свои зловещие зубы мурены различных расцветок. Неплохо представлены и морские беспозвоночные — моллюски, ракообразные, иглокожие, среди них небольшой симпатичный осьминог. В одной из комнат создан периодически осушаемый уголок фауны приливо-отливной полосы — литорали.

Очень хорош и пресноводный отдел. Его гордость — две бревноподобные, двухметровой длины южноамериканские арапаимы, выращенные здесь из десятисантиметровых рыбок. Рядом стайка упитанных пираний — грозы Амазонки, рыб, способных за несколько минут превратить попавшую в воду лошадь в голый скелет. Здесь же и объекты местного тысячелетнего культивирования — цветные карпы и многообразные золотые рыбки — вуалехвосты, телескопы, рыбы-мопсы, рыбы-лягушки. Весьма примечателен микроаквариум, где на экранах проекционных бинокляров (так называемых «теневых луп») демонстрируются при разном увеличении движущиеся объемные изображения листоногих ракообразных — филлопод, ракушковых рачков — остракод, туфелек — парамеций.

Верхняя терраса здания предоставлена террариуму. Здесь — хорошо подобранные коллекции крокодилов, сухопутных и пресноводных черепах, змей (кобры, удавы, кроталы), земноводных, среди которых бросаются в глаза гигантские черные японские саламандры, остроносая суринамская пипа, огромная лягушка-бык. Гордость террариума — дракон с острова Комодо.

Неподалеку от Токио, на поросшем лесом холме Тама расположен целый водный зрелищный комплекс. Создан он по идее редактора крупнейшей токийской газеты «Йомиури», ею финансируется и носит поэтому название «Страна Йомиури» (Йомиурилэнд). Здесь есть морской аквариум и «морской дворец Риугудзо» — своеобразный подводный театр, где на сцене-аквариуме, заполненном 4000 т воды и имеющем глубину 11 м, балеринами-ныряльщицами разыгрывается красочная феерия на тему старинной легенды о рыбаке Урасима Таро.

Расположен аквариум в здании, очень похожем на «Геодезический купол» московских Сокольников. Экспозиция располагается по сторонам наклонного спирального коридора. Здесь много ярких и выразительных живых экспонатов: среди кокосовых



Сверхскоростной экспресс «Хикори» на фоне горы Фудзи

пальм ползают внушительного вида краб «пальмовый вор» и сухопутные раки-отшельники — ценобиты. В одном из водоемов располагаются литоральные крабы, морские звезды, моллюски, актинии, в соседнем большом аквариуме — прибрежные акулы и скаты. Здесь экспонированы и гигантские рыбы — груперы (*Epinerhelus moara*), и огромные морские черепахи, и самый крупный в мире краб (да и вообще самое крупное из членистоногих) — *Macrocheira kaempferi* с колючим панцирем и неправдоподобно длинными ногами. Он обитает на значительной глубине и притом только на тихоокеанском побережье Южной Японии, а в неволе может существовать лишь при температуре, колеблющейся от 13 до 15°, и в соответственно большом объеме проточной воды. Экспозиция аквариума дополняется крупными колониями кораллов и зафиксированными в консервирующих жидкостях представителями глубоководной фауны, собранными судном «Иомиури». На близлежащем озере плавает подводная лодка, также обслуживающая посетителей «Страны Иомиури», как и специальный «цирк морских львов».

В древнем городе Камакура, недалеко от прославленной гигантской статуи Будды, расположен дельфиний цирк. Я не буду останавливаться на его программе, сходной



Ныряльщицы-ама



Ловля рыбы с бакланами

в общем во всех океанариях, а лишь отмечу, что поскольку дельфиньи спектакли даются только летом, администрация цирка считает более рациональным осенью выпускать дельфинов на волю, с тем чтобы не кормить их понапрасну, а весной наловить и выдрессировать новых — вещь немислимая для любых других «зоологических» представлений, за исключением разве лишь тараканьих бегов и блошиного цирка. Очень непродолжительное обучение дельфинов распадается на две фазы — сначала приучаются и дрессируются лидеры, которые затем помогают дрессировщику в работе над остальным стадом.

Побывали мы и на Центральном рыбном рынке Токио. Несмотря на свою более узкую специализацию, по масштабам он смело может соперничать со знаменитым «Чревом Парижа». Мы немного опоздали к выгрузке рыболовецких судов и попали на рынок, когда улов был уже разгружен и распродавался на нескольких очень колоритных аукционах. Поразило нас обилие воды и льда и, как это ни странно, полное отсутствие рыбного запаха. Мы, как биологи, были даже несколько разочарованы тем, что в отличие от других рыбных базаров совершенно не видели здесь так называемого прилова и разнорыбицы — все товары тщательно рассортированы не только по видам, но и по размерам. Все нестандартное, видимо, сразу же сдается на тук и кормовую муку.



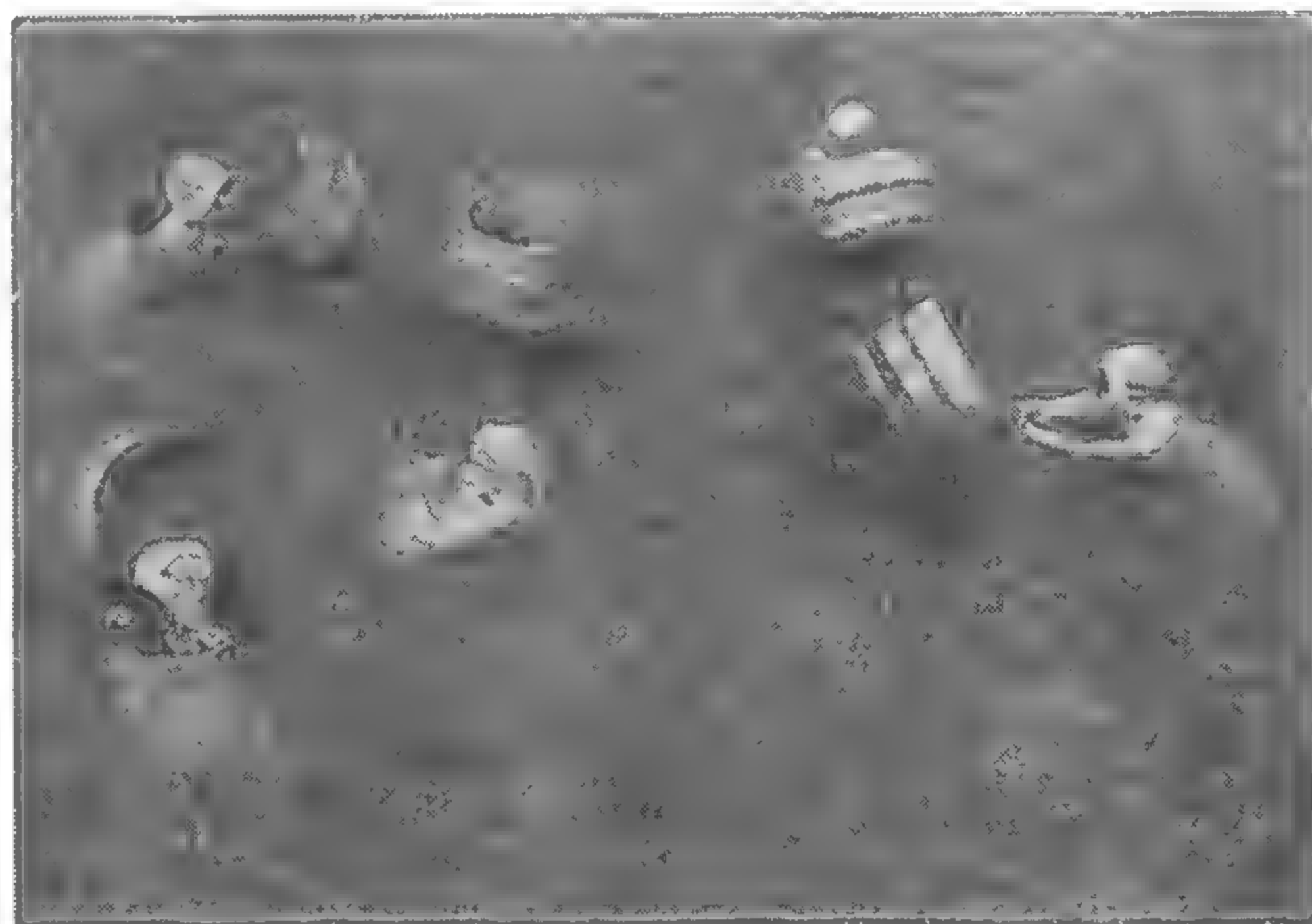
1



4



2



5



3



6

По всему заливу Иса разбросаны плоты для выращивания искусственного жемчуга (1). Вот так производится операция над жемчужницей (2). На специальной плавучей базе происходит сортировка жем-

чужниц (3). Плоты с садками для выращивания жемчужниц (4). Идет сбор «урожая» (5). Сортировка культивированного жемчуга (6)

Некоторые рыбы, особенно крупные, очевидно, разделяются еще на борту. Много было тунцов — этих живых торпед с их идеально обтекаемыми телами, некрупных акул, лобастых корифен и других макрелей. На причалах бесконечными рядами лежали меч-рыбы с уже обрубленными мечами. На прилавках копошились еще живые осьминоги, окрашенные от возбуждения в цвета от карминового до пунцового. Кальмаров и каракатиц мы видели сравнительно мало. В больших корзинах лежали подобранные строго по длине и толщине змеевидные сарганы, стройные сайры, упитанные кефали и молочные рыбы. В другом месте мы увидели дальневосточных лососей и камчатских крабов, среди последних большинство мне показалось какими-то недомерками. Из мелких крабов преобладали волосатые пятиугольные тельмессусы, переложенные свежими листьями. В огромном множестве продавались большие и удивительно вкусные креветки-пенеиды. Во всем разнообразии были представлены двустворчатые и брюхоногие моллюски: крупные с кожистыми трубками сифонов мии, ребристые венериды и сердцевидки-кардиумы, тонкостенные, будто отшлифованные теллины, конусовидные трохусы, вычурные, с аккуратными рядами отверстий, коричневые галиотисы...

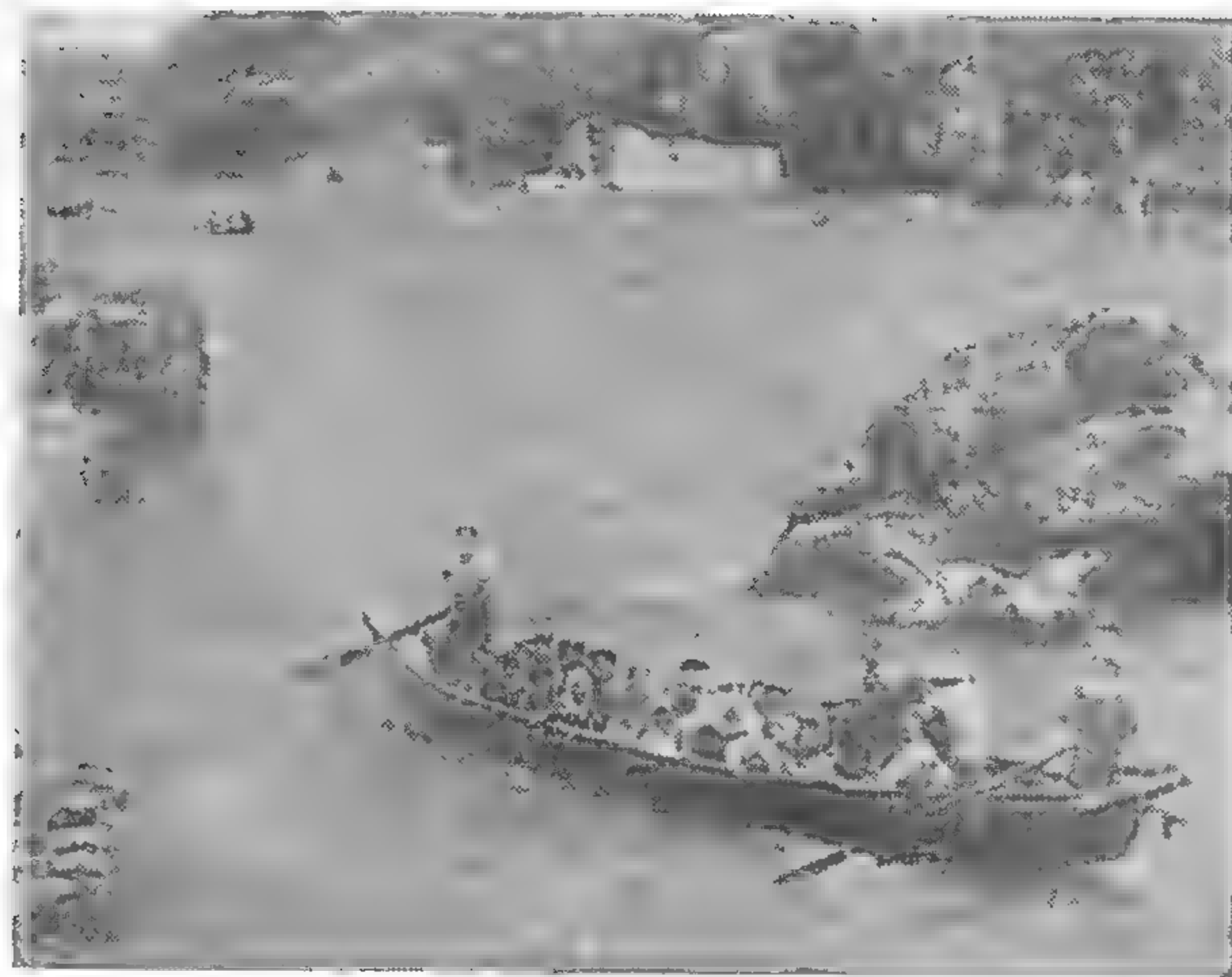
Большинство водорослей продавалось в уже обработанном виде, из свежих я углядел только близкую к нашей морской капусте ундарию. Говорят, к полудню торговля здесь прекращается, все, что не куплено придиричивыми хозяйками и ресторанными агентами, оптом продается на тук.

Японские морские биологи организовали для нас великолепную однодневную экскурсию на литораль острова Эносима. Мы отправились поездом на юг от Токио к берегу залива Сагами. Остров Эносима расположен против входа в залив, почти у самого берега, и соединен с ним мостом. Прибыли мы как раз вовремя, отлив еще продолжал отступать. Обращенная к океану поверхность плоских скал была изрезана узкими протоками. Прибой у внешнего края скалистой платформы был сравнительно невелик, но стоило волне подойти ко входу какой-либо из проток не наискось, а фронтально, как в ней вздымался многометровый фонтан.

В верхней части сухой и уже раскаленной солнцем скалистой платформы из-под ног стаями разбегаются похожие на тараканов равноногие рачки лигии. Немного ниже

по берегу лежат крупные морские жолуди тетраклиты, еще чуть дальше — брюхоногие моллюски: литторины и плотно присосавшиеся к скалам морские блюдечки, плоские конические раковины которых похожи на плетеные шляпы. Неожиданно высоко забираются тоже уплощенные моллюски хитоны — их сегментированные раковины напоминают аккуратно пригнанные черепичные крыши. В расселинах между скалами укрываются плотно прирастающие к ним аппетитные морские уточки мителлы. Водоросли появляются лишь в нижней половине литорали. Здесь отчетливо прослеживаются три растительных пояса. В верхнем произрастают пластинчатые водоросли *Ishige okamurai* — в их темно-лиловые листья нередко бывают обернуты различные деликатесы японской кухни; ниже располагается рыжевато-оливковый пояс мелкого представителя фукоидов *Hidjikia fusiformis*, эндемичного для Японии. При максимальном отливе у самого уреза воды становятся видны заросли более крупной водоросли с зубчатыми краями — *Eisenia bicyclis*. Ее слоевища напоминают в уменьшенном виде пластины ламинарий, к порядку которых и относится эйзения.

Как гидробиологу мне было очень интересно наблюдать, как все закономерности, намечавшиеся на субтропической литорали материкового побережья морей юго-восточной Азии, полностью подтверждаются и в островных условиях, на непосредственно тихоокеанском берегу. По сравнению с бо-



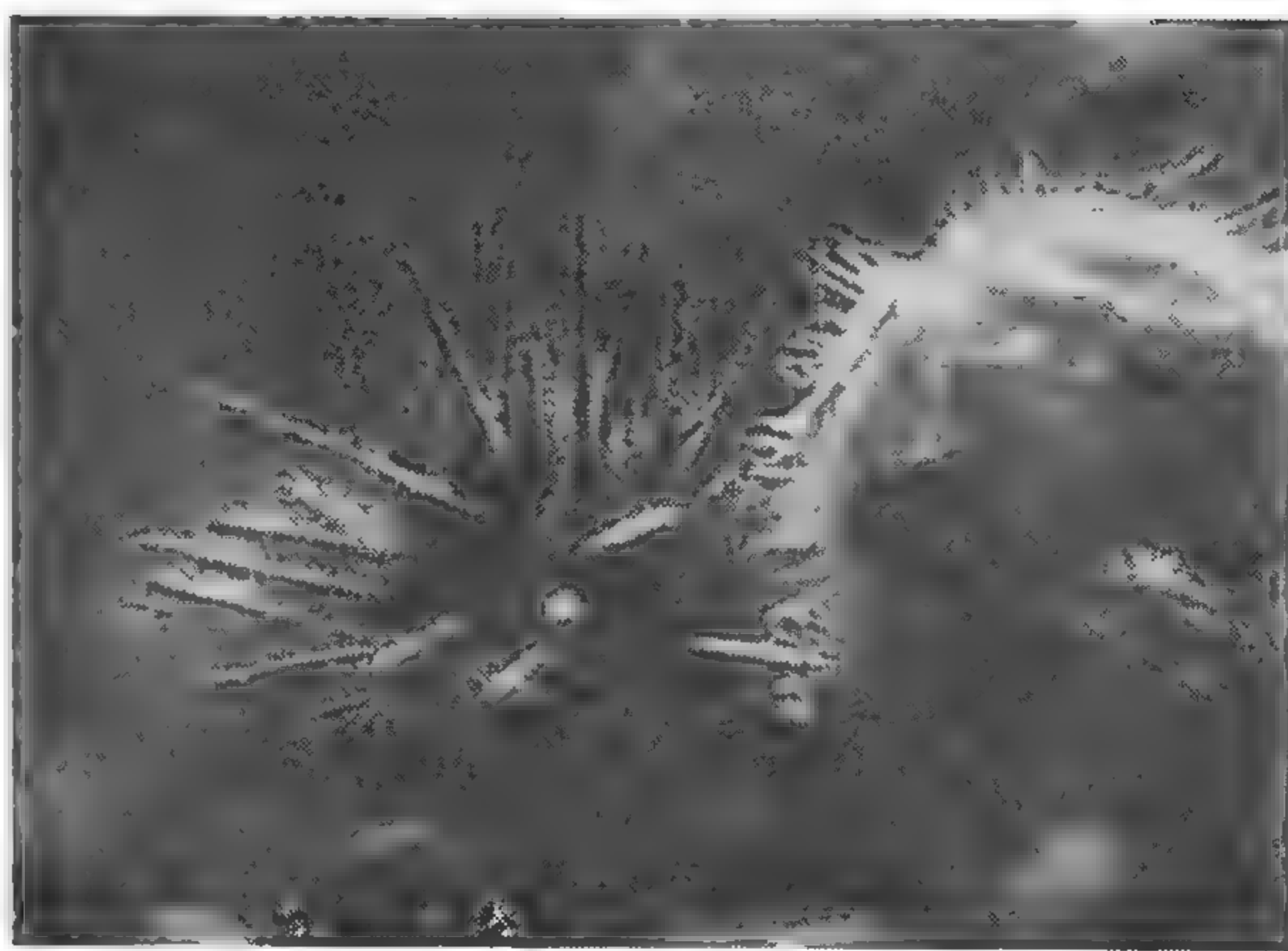
Река Кисо или «Японский Рейн»

реальной литоралью наблюдается обогащение видового состава фауны, наряду с ее количественным обеднением. Некоторое угнетение альгофлоры¹ сопровождается ее опусканием в нижние горизонты литорали. Фауна же, наоборот, подобной тенденции к опусканию не проявляет. Крохотные рачки и другая беспозвоночная мелочь избегают селиться в зарослях водорослей — эта черта выступает еще более ярко в тропических широтах. Зато такие беспозвоночные в изобилии ютятся в трещинах, в пустых домиках тетраклит, и особенно под морскими уточками. Все, как говорится, «по науке».

Очень хотелось посмотреть, что делается под водой, в самой верхней сублиторали.

Экскурсию сопровождали аквалангисты — на случай необходимости поднять какой-нибудь материал со дна по требованию ученых — участников поездки. Вооружившись аквалангом одного из них, осторожно спускаюсь по крутому склону и слежу за тем, чтобы меня не сбили с ног волны. Надеюсь быстро опуститься поглубже, туда, где прибой ослабевает. С глубиной заросли эйзении сменяются известковой коркой литотамния. В нескольких местах замечаю длинные полотнища ундарии, а в одной из подводных ложбинок — кусты саргасса с его похожими на мелкие виноградинки пузырьками. Во многих местах каменистое дно покрыто толстыми корками губок, попадают морские ежи, офиуры с их змеевидными извивающимися лучами, крупные ракови-

¹ Флора водорослей.



Морские ежи в аквариуме Сето

ны брюхоногих моллюсков. Промелькнула какая-то похожая на терпуга рыба....

По окончании конгресса мне посчастливилось принять участие в специальном передвижном симпозиуме, посвященном созданию и развитию морских парков или, другими словами, подводных заповедников. На 1-й Всемирной конференции по проблеме национальных парков, состоявшейся в Сиэтле (Канада) в 1962 г., было принято обращение ко всем странам, призывающее к организации морских парков для охраны природы прибрежных районов моря.

Создание таких морских парков должно способствовать: 1 — сохранению характерных, а также наиболее примечательных участков с ненарушенными подводными ландшафтами; 2 — естественному воспроизводству имеющих промысловую ценность морских животных и растений; 3 — научным исследованиям заповедных участков и 4 — ознакомлению широкой публики с жизнью моря (преимущественно при помощи лодок со стеклянным дном, но также и с привлечением для этого специально построенных подводных лодок, привязных гидростатов, наблюдательных башен и галерей, телевидения, и индивидуального подводного плавания с аквалангами).

В Японии морские парки создаются уже с 1965 г., в пятнадцати префектурах. В стране морских берегов развитию этих парков придается, естественно, очень большое значение.

Наш путь пролегал по юго-восточному и южному побережьям острова Хонсю. Из Токио в Нагойю мы выехали на сверхскоростном экспрессе «Хикари», самом быстром поезде в мире. Скорость его ощущалась, впрочем, лишь при въезде в тоннели, когда у пассажиров, как при посадке самолета, внезапно закладывало уши. У этого поезда вообще много общего с самолетом: от внутренней планировки вагона и кондиционированного воздуха до полного отсутствия железнодорожной тряски и раскачивания. Зато он выгодно отличается от самолета тем, что мы могли беспрепятственно любоваться живописными пейзажами исторической дороги Токайдо, воспетой в гравюрах замечательного художника Хиросигэ. Городские и промышленные пейзажи сменялись рисовыми полями, настолько аккуратными, что казалось, они не вскопаны мотыгой, а вышиты иглой. За ними следовали покрытые густыми лесами горные массивы. Из Нагойи

путь лежал в Инуяму, расположенную на берегах реки Кисо, которую называют также японским Рейном — я не знаю, для которой из двух рек это должно звучать комплиментом.

На заседаниях симпозиума обстоятельные доклады японских ученых сменялись сообщениями австралийских, американских, филиппинских гостей, делившихся опытом создания морских парков на о-ве Лусон, на побережье Калифорнии, на Галапагосских и Виргинских островах, на Большом Барьерном рифе. До приема у губернатора префектуры Аичи мы еле успели осмотреть храм богини Инари и самурайский замок. Во время ночной лодочной прогулки по реке мы любовались танцами гейш на плавучей веранде и занятнейшей ловлей рыбы с бакланами. Рыбаки в старинных черных одеяниях и конических колпаках разводили в специальных металлических решетках на носу лодок яркие костры, при свете которых бакланы на привязи ныряли за мелкими, удивительно вкусными рыбками айю.

Наутро катера на подводных крыльях отвезли нас в морские парки островов Тоши и Шимо, осмотр которых мы проводили на лодках со стеклянным дном.

Следующий день был целиком посвящен знакомству с индустрией культивированного жемчуга, которой славится залив Исэ; почти вся его акватория покрыта плотами, с подвешенными к ним садками с жемчужницами. Зимой, когда температура воды в заливе падает до 8° — предела выживания жемчужниц, все эти бесчисленные флотилии плотов временно отбуксировывают в открытое море.

На мемориальном острове-музее Микимото, изобретателя способа культивирования полноценного жемчуга, мы познакомились со всеми этапами этого интересного процесса, начиная от добычи ныряльщиками-ама маточного материала и кончая сортировкой готового жемчуга. Под мантию достигшего трехлетнего возраста моллюска вводится шарик, предпочтительно изготовленный из толстостенной раковины пресноводной двустворки, которая обитает в Миссисипи. Секрет состоит в том, что этот шарик следует завернуть в кусочек мантии от другой жемчужницы, иначе он не прижи-

вется. Прооперированную раковину помещают в подвешенный к плоту садок, а через три года из нее извлекают «созревшую» жемчужину, иногда две, редко три.

Девушки-ама, молодые, стройные и ловкие, охотно показывали нам приемы своего нелегкого ремесла и позировали для любителей фотографии. Знакомство с процессом выращивания жемчуга и некоторыми его тонкостями мы завершили, посетив Государственную лабораторию жемчуга в Кашикосиме. Здесь, например, мы узнали, что быстрорастущий, но не всегда доброкачественный черный жемчуг получается из жемчужниц, зараженных церкариями (личинками некоторых паразитических плоских червей — трематод).

Большое впечатление произвело на всех нас посещение прославленной морской лаборатории Сето с ее аквариумом. Благодаря тому, что система замкнутой циркуляции аквариума дополнена водозабором непосредственно с кораллового рифа, здесь успешно выживают такие прихотливые беспозвоночные, как мягкие кораллы-альционарии, рифообразующие мадрепоровые кораллы и кораллы роговые — горгонарии, зоантарии, цериантарии, морские лилии, морские перья — пеннатулярии, не говоря уже о сцифоидных медузах и даже сифонофорах *Velella*, *Porpita* и *Physalia*, которые, привыкнув к безбрежным океанским просторам, способны существовать в аквариуме лишь сравнительно непродолжительное время. В аквариуме Сето одновременно содержится 540 видов животных (из них 268 беспозвоночных).

Многое можно еще рассказать о живописнейшем горном пути через полуостров Исэ, о посещении Дзингу, главного синтоистского храма Японии, о дрессированных фламинго, поразивших нас своими танцами во время одной из мимолетных остановок, о живописном морском парке Ширахамы с его коралловыми рифами и горячими источниками, получившими название Японского Спа, о блистательном приеме у губернатора префектуры Вакаяма, и о многих других интереснейших местах, которые нам пришлось посетить во время этой плодотворной для нас поездки.

УДК 510.4

МЕДАЛИ ИМЕНИ М. В. ЛОМОНОСОВА

Академия наук СССР начиная с 1967 г. будет ежегодно к дню рождения М. В. Ломоносова — 19 ноября — присуждать две золотые медали его имени — одну советскому и одну зарубежному ученому за выдающиеся работы в области естественных и общественных наук, имеющие важное значение для развития науки и народного хозяйства. Этими медалями ученые могут награждаться как за отдельные научные достижения, так и по совокупности научных работ.

Золотые медали им. М. В. Ломоносова — высшая награда Академии наук СССР, присуждаемая Президиумом АН СССР на основании результатов объявленных конкурсов. Они проводятся ежегодно и в них могут участвовать лишь отдельные лица персонально (посмертно медали не присуждаются).

В состав экспертной комиссии, избираемой сроком на четыре года, входят крупнейшие советские ученые, академики Л. А. Арцимович, А. П. Виноградов, Б. П. Константинов, А. Л. Курсанов, А. Н. Несмеянов, М. А. Лаврентьев, И. Г. Петровский, Л. И. Седов, Н. Н. Семенов, В. А. Энгельгардт и др.

Председатель экспертной комиссии — академик М. Д. Миллионщиков.

СИМПОЗИУМ ПО НЕЙРОБИОЛОГИИ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

В первых числах сентября в Тихани, одном из красивейших курортов Балатона, состоялась международная встреча ученых, организованная Академией наук Венгрии. В названии симпозиума не совсем точно отражено его содержание. С тех пор как беспозвоночные животные стали одним из главных объектов общей нейрофизиологии и нейрохимии, выполняемые на них исследования в значительной степени призваны содействовать познанию мозга высших животных, в том числе и человека.

Это обстоятельство становится очевидным, если посмотреть на список животных, служивших объектами исследований, о которых были сделаны доклады на симпозиуме. Подавляющее большинство докладчиков работает с моллюсками, и вовсе не потому, что моллюски сами по себе важнее, чем, скажем, насекомые или ракообразные, а потому, что гигантские нервные клетки моллюсков, собранные в относительно просто организованные нервные центры, представляют экспериментатору необычайно богатые возможности.

Рассматривался широкий круг вопросов — от ультраструктуры и биофизики нейронов до организации сложных форм нервной деятельности. В тематическом отношении больше всего докладов было посвящено проблемам синаптической передачи и, в связи с этим, изучению физиологически активных веществ нервной системы.

Советская делегация, включавшая 12 нейробиологов из Москвы, Ленинграда и Киева, была самой представительной из всех иностранных делегаций. Наряду с серией коротких сообщений, наши ученые сделали три больших доклада. Проф. Я. А. Винников (Ленинград) свой доклад посвятил строению одного из органов чувств осьминога. Ионные механизмы, лежащие в основе электрической активности нервных клеток моллюсков, обсуждались в докладе проф. П. Г. Костюка (Киев). В докладе Д. А. Сахарова и Т. М. Турпаева (Москва) доказывалось, что общепринятая схема синаптической передачи с помощью ацетилхолина — лишь частный, предельный случай, представленный только в некоторых синапсах, в то время как в других передача имеет особый химический механизм.

Может быть, самой важной чертой тиханьского симпозиума было то, что впервые советские ученые, работающие в области сравнительной нейробиологии, имели возможность встретиться со своими коллегами из западных стран, которые до сих пор собирались лишь на свои, отдельные конференции. Участниками симпозиума были такие известные нейробиологи, как А. Арванитакис и Н. Халазонтис из Франции, пионеры в области исследования гигантских ак-

сонов головоногих и гигантских нейронов брюхоногих моллюсков; Г. Керкут (Англия), видный специалист в области биофизики клетки; А. Нольте (ФРГ), известная своими работами, посвященными нейросекреции у моллюсков; самый крупный авторитет в области поведения осьминогов М. Уэллс (Англия) и многие другие известные ученые. Большое впечатление на всех участников симпозиума произвел доклад А. О. Д. Уиллуса и Г. Хойла (США), которым удалось установить функции большого числа клеток, составляющих мозг крупного морского моллюска тритонии.

Активными участниками встречи были хозяева — нейробиологи Венгрии, представившие ряд интересных сообщений. Успехи венгерской науки в этой области объясняются тем, что молодой Институт биологии, возглавляемый нейробиологом Я. Шаланки, сосредоточил свои усилия на решении ряда проблем нейробиологии моллюсков. Хозяева этой встречи приложили много стараний, чтобы сделать ее не только полезной, но и приятной для всех гостей.

Д. А. Сахаров
Кандидат биологических наук
Москва

77-МЕТРОВЫЙ ЛЕДЯНОЙ КЕРН

В ледниковом покрове в районе станции Мирный (Антарктида) с помощью электротермической буровой установки удалось пройти скважину глубиной 77 м, диаметром 150 мм. Полученные в ходе бурения образцы льда в виде кернов диаметром 80—90 мм и длиной 1200 мм составили почти непрерывную колонку по всей глубине скважины. Они отличались хорошим качеством и имели совершенно ненарушенную структуру. Советские полярники рассчитывают таким путем проникнуть в ледниковый покров Центральной Антарктиды на глубину 500 м.

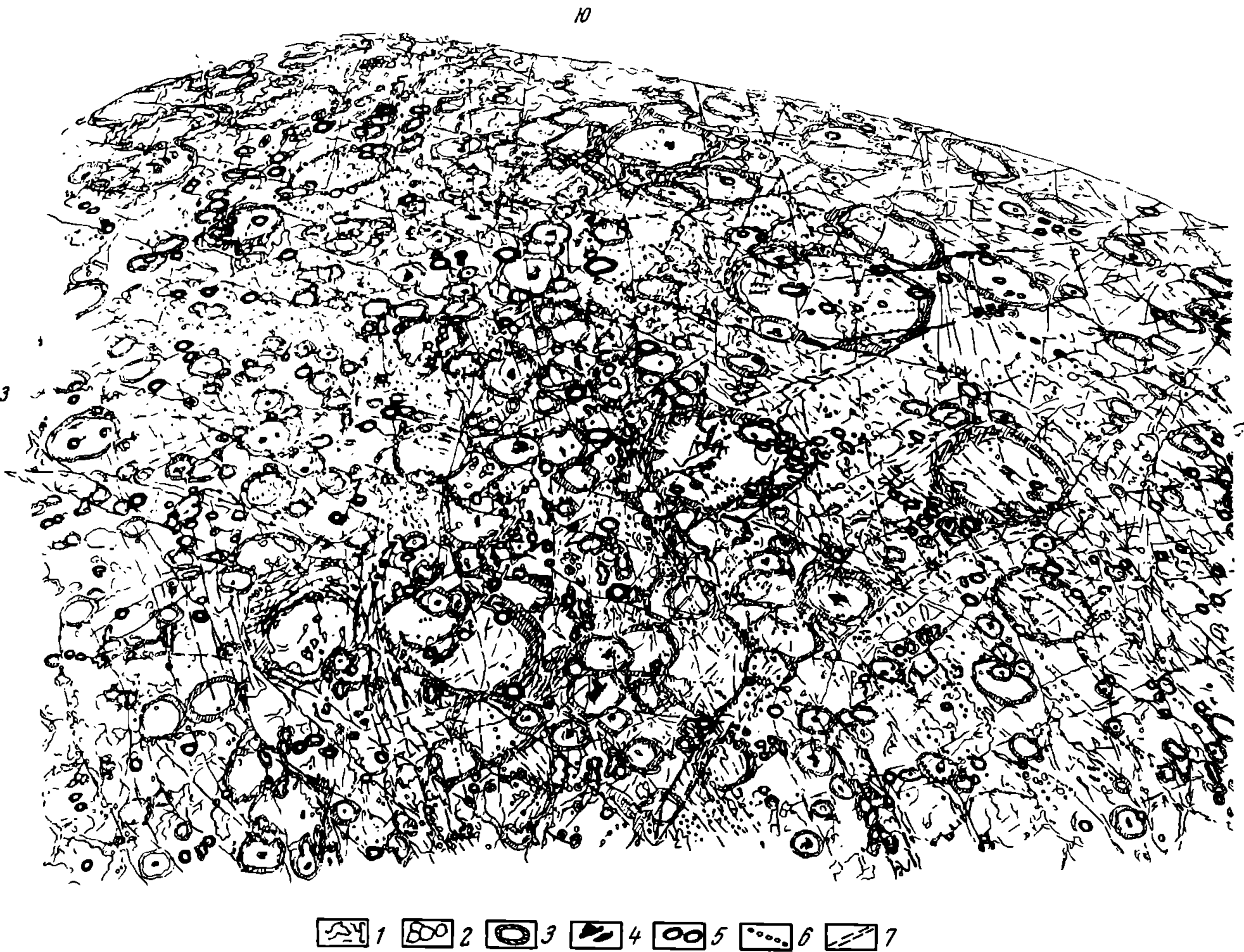
Н. И. Барков
Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт
(Ленинград)

СТРУКТУРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ЛУНЫ

Перспектива освоения лунного пространства заставляет ученых искать пути наиболее полного освещения не только важных характеристик морфологии и топографии рельефа Луны, но и тектонического строения ее поверхности.

Советскими учеными в последнее время проведены интересные геолого-морфологические исследования Луны. Они дают возможность систематизировать многочисленные разрозненные данные (фотографические, астрофизические и др.),

выбрать наиболее подходящие районы посадок космических кораблей, наметить пути освоения спутника нашей планеты. В результате этих исследований была составлена структурно-геологическая карта-схема види-



Фрагмент из карты-схемы. Южная приполюсная часть видимой стороны Луны. 1 — древние горные сооружения и поднятия; 2 — древние цирки и кратеры; 3 — цирки и кратеры птолемеевского (среднего) периода; 4 — внутренние поднятия — горки в цирках и кратерах; 5 — цирки и кратеры молодого периода; 6 — цепочки мелких кратеров; 7 — разломы и трещины

мой стороны Луны (масштаб 1 : 2 500 000). Анализ строения и взаимного расположения отдельных форм луночного рельефа позволил выделить, прежде всего, крупные структурные элементы. Это — древний массив, расположенный в южной части карты, наложенные на его структуры депрессионные образования («моря»), система глубинных разломов. Кроме того, намечаются протяженные зоны глубинных разломов меридионального, субмеридионального (СВ, СЗ), субширотного и близких к ним направлений, прослеживающихся через всю планету, а также целые серии кольцевых зон глубинных разломов, огибающих крупные кольцевые блоки. Выделены три комплекса

кольцевых структур (цирков и кратеров) — древний, средний и молодой; кольцевые структуры провального типа в «морях», связанные с усадкой вещества. В ряде депрессий показаны участки разрушающегося древнего фундамента, а также крупные протяженные валы, прослеживающиеся нередко по обрамлению ряда «морей». Структурные элементы Луны расположены вполне закономерно, разделены линейными и кольцевыми глубинными разломами на развивающиеся блоки. С этими блоками и разломами связано развитие кольцевых структур.

Изучение тектоники Луны — одна из фундаментальных проблем селенологии. Помимо этого, изучение отпрепарированного планет-

ного тела Луны, лишенного атмосферы, гидросферы, осадочного покрова, с первозданными кольцевыми структурами поможет выявлению на Земле структуры ложа океанов, скрытой от нас массы воды, льдов и осадков, выявлению природы и структуры мантии, процессов магматизма, складчатости, глыбовых поднятий и опусканий, природы и глубины магматических очагов и многих важных вопросов геологии Земли и других планет.

Ю. А. Х о д а к

Кандидат геолого-минералогических наук

Председатель секции космического естествознания Московского отделения ВАО

КВАЗАРЫ И КВАЗАГИ «ОТКРОВЕННИЧАЮТ»...

По новым оценкам, размеры квазаров — самых ярких и, по-видимому, самых отдаленных из известных объектов Вселенной — составляют лишь сотую часть величины, принимавшейся ранее. Эти вычисления основаны на наблюдениях Дж. Б. Оука (J. B. Oke)¹, который обнаружил быстрые флуктуации в свете, излучаемом квазарами. Флуктуации происходили с периодом менее суток, а это означает, что источник света не может быть в диаметре больше нескольких световых дней. Дж. Б. Оук полагает, что ядра квазаров 3C-279 и 3C-446 не более чем в 20—30 раз превосходят по диаметру размеры солнечной системы.

Сообщения о быстрых вариациях света, излучаемого квазаром 3C-446, были подтверждены также наблюдениями А. Веселинка, Дж. Хантера и Т. Кинмана². Еще раньше изменения в яркости 3C-446 отмечал А. Сэндейдж.

Не менее сенсационными оказались наблюдения, проведенные Дж. Болтоном² в Австралии. Им был обнаружен квазар, получивший название PKS 0237-23, ко-

торый имеет наибольшую из известных величину красного смещения. Красное смещение интерпретируется как результат удаления источника света от наблюдателя, и, если это верно для квазаров, PKS 0237-23 удаляется от Земли со скоростью большей, чем 247 000 км/сек, т. е. со скоростью, составляющей около 82,4% скорости света! Полагают, что новый квазар — самый яркий и наиболее отдаленный объект из известных во Вселенной. По оценкам, он находится от нас на расстоянии порядка 13 млрд. световых лет. Спектрографический анализ позволил заключить, что квазар PKS 0237-23 содержит такие тяжелые элементы, как титан, хром, никель, железо и кобальт, причем некоторые из них еще не встречались в подобных космических объектах. Эти наблюдения представляют особую ценность для теоретических вопросов, связанных с изучением квазаров.

Тем временем появилось сообщение о наблюдениях советских астрофизиков В. Н. Курильчика и Ю. Ф. Кокина¹, которые летом 1966 г. занимались изучением трех квазаров — BSO 1, Top 256 и Top 730. Квазаги (или квазизвездные

галактики) были открыты А. Сэндейджем в 1965 г. и, как известно, представляют собой объекты, оптические спектры которых похожи на спектры квазаров, но радиоизлучения от них не наблюдается. Тем не менее В. Н. Курильчику и Ю. Ф. Кокину удалось зарегистрировать радиоизлучение на волне 8 см от двух квазизвездных галактик — BSO 1 и Top 730. В опубликованных ранее работах сообщалось об отсутствии радиоизлучения от этих объектов на длинах волн 3,75 см и 2 см. На основании наблюдений В. Н. Курильчика и Ю. Ф. Кокина можно предположить, что радиоизлучение квазаров BSO 1 и Top 730 испускается не во всех областях спектра и может иметь максимум где-то вблизи длины волны 8 см. Советские исследователи приходят к выводу, что результаты проведенных наблюдений над квазагами BSO 1 и Top 730 свидетельствуют об отсутствии четкой границы между квазарами и квазагами, в то же время эти родственные объекты существенно различаются по соотношению радио- и оптических светимостей.

Ю. Н. С м и р н о в

Москва

¹ См. «Science News», т. 91, 1967, № 16, стр. 381.

² См. «New Scientist», т. 34, 1967, № 539, стр. 37.

¹ См. «Астрономический журнал», т. 44, 1967, № 2, стр. 471.

СЛЕДЫ, КОТОРЫМ МИЛЛИОНЫ ЛЕТ

В каменоломне близ Анапы (к северу от Новороссийска), на одной из выломанных плит известняка¹, рабочие обнаружили отпечатки круглых следов неизвестного древнего зверя. Такие следы жизни далеких эпох встречаются сравнительно редко и их расшифровка представляет большой интерес. Порода со следами древнего зверя состоит из битых и спаянных раковин фораминифер и створок мелких пластинчатожаберных моллюсков — кариид. Геологический возраст породы — третичный период (верхний миоцен). Эта эпоха отложений Сарматского моря, протянувшегося от Гибралтара до Средней Азии, отстоит от нашей на 12—15 млн. лет.

На обломке плиты хорошо сохранилось два следа (и еще половина одного), по-видимому, передней и задней лапы. Очевидно, впереди ступила левая передняя, а сзади — правая задняя лапа зверя. Ясно отпечатались по четыре голые упругие подушечки пальцев яйцевидной формы (5, 4, 3 и 2-го у передней и 2, 3, 4 и 5-го у задней), а также срединные подушечки подошв. Следов когтей не заметно, вероятно они были втяжными. Зверь шагал по влажному грунту не торопясь, спокойно осматривая окрестности. По общему облику отпечатки его лап напоминают следы крупной кошки величиной с большого барса, ягуара или небольшого тигра. Известно, что у кошек первый — внутренний палец короткий и редко касается земли. Однако в миоцене настоящие кошки были еще крайне редки, тем более такие крупные. Вместо них жили другие — саблезубые кошки, с огромными кинжаловидными клыками. Это были так называемые махайроды, или саблезубы, размером от мелкой рыси до крупного современного льва. Их когти были также втяжными, пожалуй, даже в большей степени, нежели у современных кошек. Крупные виды саблезубов охотились на гип-

парионов, тапиров, жираф, антилоп и даже молодых мастодонтов, носорогов, вспарывая им клыками кровеносные сосуды шеи, грудь и брюшную стенку.

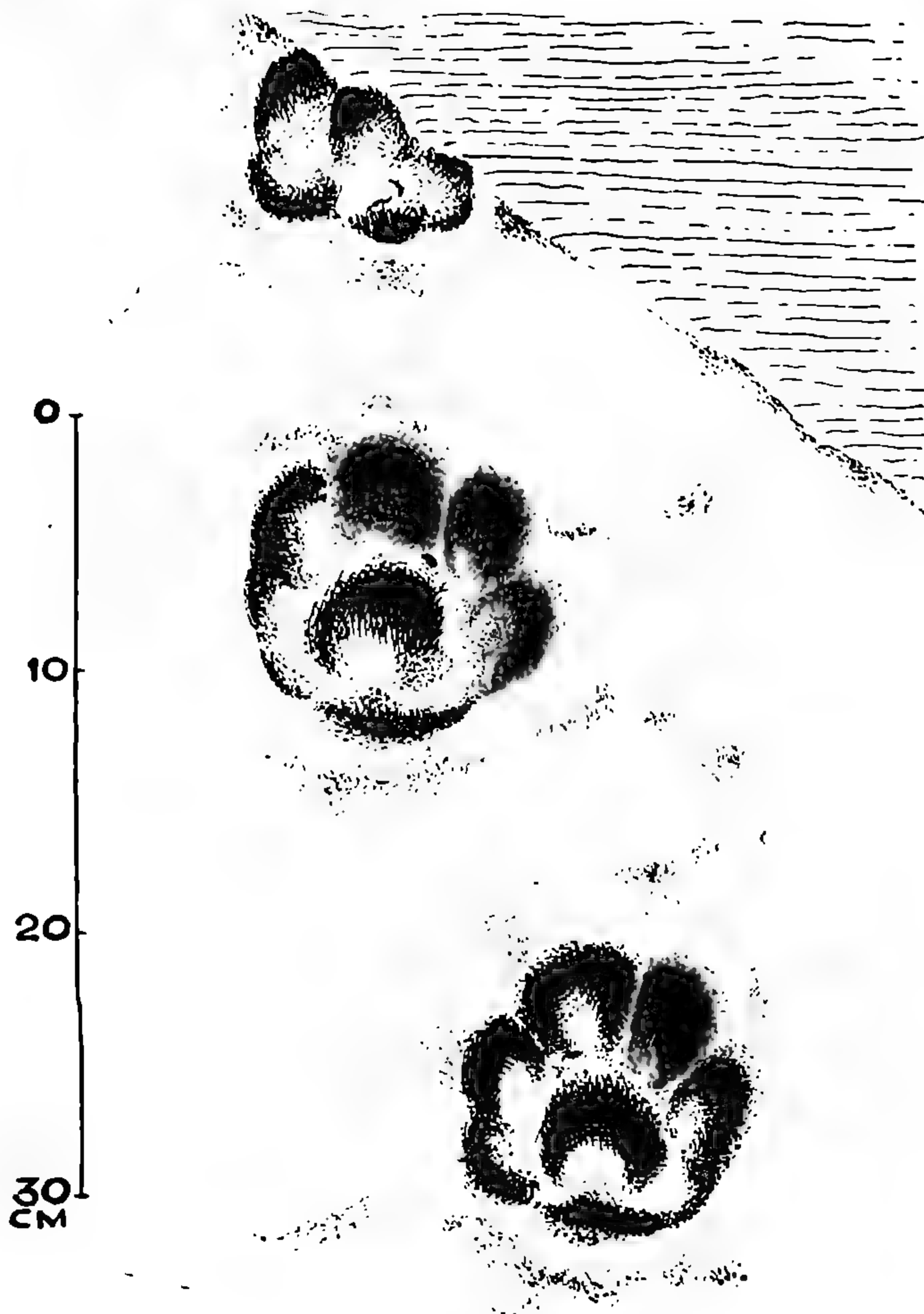
Вероятнее всего, что анапские следы принадлежат именно такому крупному саблезубу. Если это так, то находка наша — по-видимому, единственная в мире.

Можно предположить, что зверь прогуливался по морскому пляжу во время отлива или при временном падении уровня воды Средиземного моря. Следы зверя постепенно обсыхали, и поднявшийся ветерок припорошил их с берега мелкой песчаной и известняковой пылью. При новом приливе или поднятии уровня моря на быв-

шей отмели отложились новые слои битых чешуек ракушечника. На протяжении долгих тысячелетий ракушечник уплотнялся и окаменевал, навсегда сохранив следы, оставленные саблезубом.

Тянулись миллионы лет, в районе Крыма и Тамани сменялись моря, вздымалась местами суша. Бывшее дно и берег моря, по которому бродил когда-то саблезуб, оказались теперь поднятыми над уровнем океана. Только удачный взрыв аммонита да зоркий глаз каменотеса донесли до нас маленький эпизод из далекой жизни Причерноморья.

Профессор Н. К. В е р е щ а г и н
Ленинград
Л. В. З а х а р е н к о
Анапа



Следы на известковой плите, оставленные саблезубом

¹ Эта плита как редчайший экспонат хранится в Анапском краеведческом музее.

ДВУХМЕТРОВЫЙ ТЕЛЕСКОП ЦЕЙСа

В астрономической обсерватории Шемахи (АН Азербайджанской ССР) на высоте в 1600 м установлен изготовленный народным предприятием Цейс-Йена (ГДР) двухметровый зеркальный телескоп, в котором введен ряд удобных приспособлений. В нем осуществлена «опорная монтировка», обеспечивающая перемещение телескопа от горизонта до горизонта и позволяющая применять подвижные во всех направлениях наблюдательные площадки.

Двухметровое зеркало имеет фокусное расстояние $f = 9$ м. В телескопе — четыре различные оптические системы: первичный фокус с небольшим полем зрения, предназначенный для спектроскопических работ со слабыми источниками; второй вариант первичного фокуса позволяет увеличить полезное поле зрения (до 6×6 см); фокус Кассегрена ($f = 29,5$ м), дающий возможность направлять лучи без отклонения через отверстие в главном зеркале на спектрограф и другие вспомогательные приборы (фотометр, призмный спектрограф); фокус куде ($f = 72$ м), ход лучей которого направляется двумя отклоняющими зеркалами вдоль оси склонения и часовой оси в особое помещение.

Точная наводка телескопа и контроль за его гидрированием осуществляются посредством двух труб ($f = 7,5$ м, отверстие 300 мм). Кроме того, автоматические фотоэлектрические устройства позволяют вносить коррекцию при гидрировании.

Конструкция телескопа допускает легко производить смену систем без нарушений юстировки. Вращение купола и система движения створок люка, наведение на объект исследования полностью автоматизировано. Для управления телескопом предусмотрено также дистанционное устройство.

С главного пульта управления можно получить скорости поворота инструмента $120^\circ/\text{мин}$, на

трех вспомогательных пультах (наблюдательной площадке, площадке купольного люка и помещении для спектрографа куде) достигается скорость поворота в обеих осях $10^\circ/\text{мин}$, $2^\circ/\text{мин}$ и $10'/\text{мин}$.

Применение кварцевых часов обеспечивает регулирование звездных часов, вычислителя прямого восхождения и системы автоматического суточного движения. Дистанционные электрические шкалы положений показывают часовой угол, значение прямого восхождения и склонения (с поправкой на рефракцию), а также зенитное расстояние.

Этот инструмент дает возможность на Шемахинской обсерватории проводить высококачественные исследования, которые внесут большой вклад в развитие советской астрономии.



Двухметровый телескоп Цейса

«АТЛАС ОБРАТНОЙ СТОРОНЫ ЛУНЫ»

20 июля 1965 г. впервые в истории советская космическая станция «Зонд-3» передала на Землю телефотографии незаснятого до сих пор восточного сектора невидимой части Луны. Вышедшая недавно вторая часть «Атласа обратной стороны Луны» отражает результат обработки полученных фотографий. Материалы «Зонда-3», с учетом прежних фотографий, дают возможность общего обзора поверхности всей планеты. Атлас содержит 9 листов селенодезически привязанной карты масштаба 1:5000000, каталог около 3500 выявленных новых образований, с их характеристикой и координатами, и 32 детальных схемы с дешифиро-

ванными объектами масштаба 1:4000000. Для ряда образований предложены названия в честь видных русских, советских и зарубежных ученых. К атласу прилагаются фотографии заснятой части Луны, каталог фотометрических характеристик избранных объектов, а также уточненная карта-схема западного сектора невидимой стороны Луны, впервые заснятого космической станцией «Луна-3» еще в октябре 1959 г. (см. 1-ю часть «Атласа обратной стороны Луны», Изд-во АН СССР, 1960).

Частичное перекрытие снимков «Зонда-3» и «Луны-3» с видимой стороной Луны позволило установить единую для всей поверхности планеты систему селенографических координат и привязать к ним новые образования. Анализ результатов позволил выявить на обратной стороне Луны развитие материкового фундамента, обилие крупных цирков и кратеров, трещин, желобов, протяженных цепочек кратеров, установить отсутствие крупных морских площадей. Отражая блестящий успех советской науки и техники, атлас станет ценным фактическим пособием для астрономов и планетологов, для широкого круга читателей, интересующихся успехами в освоении космоса.

ТУРБИНЫ НА «НЕБЕСНЫХ РЕКАХ»

Самые высокогорные гидроэлектростанции в СССР построены за последние годы в Горно-Бадахшанской автономной области. Одна из них, вступившая недавно в эксплуатацию на р. Аксу, работает на высоте 4 км над ур. моря. Но это далеко не единственная река, вращающая турбины на такой высоте. Вскоре вступит в строй новая, четвертая по счету высокогорная гидроэлектростанция — на р. Ванч, которая обеспечит дешевой электроэнергией все колхозы Ванчского района.

Ванч и Аксу часто называют «небесными реками» — они катят свои бурлящие воды с четырехкилометровой высоты.



Мощная водная магистраль Европы

ЕВРОПЕЙСКАЯ ВОДНАЯ МАГИСТРАЛЬ

Близость течений таких крупных рек Европы, как Рейн и Дунай, издавна привлекала внимание к проблеме их соединения. Было разработано два варианта сооружения канала, один из которых (через Майн каналом Кельмхейм — Бамберг) начал осуществляться еще в 1922 г., когда взамен устаревшего канала Кельмхейм — Бамберг, сооруженного в 1837—1846 гг., был построен новый. В настоящее время потребность в единой водной магистрали, связывающей Южную, Центральную и Западную Европу, особенно велика. Канал Рейн — Майн — Дунай создаст внутриконтинентальный водный путь длиной 3400 км от Северного моря до Черного.

Общая длина канала из Рейна через Майн в Дунай составит 677 км, причем судам нужно будет преодолевать 50 судоходных «сту-

пеней» — 37 плузов на участке верхнего бьефа (высота 406 м) и 13 — на нижнем бьефе, при спуске к Дунаю. Разница высот при спуске с самой высокой «ступени» до Дуная у Йохенштейна-на-Дунае составит 116 м.

В настоящее время осуществляется предпоследний этап строительства канала Рейн—Майн—Дунай на участке Бамберг — Нюрнберг длиной 69 км. Разница высот на этом участке составляет 81,7 м, которая будет преодолена при помощи 7 плузов (их глубина — не менее 4 м). Строительство этого участка, начавшееся в 1959 г., завершится в 1969 г. Сейчас Рейн от Дуная разделяют 170 км, через два года это расстояние сократится до 101 км. Предполагается, что к 1975 г. Рейн будет соединен с Дунаем, и европейская водная магистраль Рейн — Майн — Дунай вступит в строй.

Уже сейчас многие европейские страны приступили к сооружению плотин и плузов на Дунае для повышения гарантированных судоходных глубин, необходимых для прохождения судов водоизмещением 1500 т; осуществляют строительство и реконструкцию портов и грузоперевалочных пристаней в Вене, Будапеште, Бел-

¹ Подробно о строительстве канала см. «Svet vedy», 1967, № 3.

граде и т. д. Все они подготавливаются к повышению пропускной способности грузооборота по Дунаю.

Ю. А. Демидович
Москва

ЦЕЛЛЮЛАЗА МИКРООРГАНИЗМОВ

Механизм биологического разложения целлюлозы — этого важнейшего звена в углеродном цикле¹ — начал изучаться немногим более 20-ти лет назад. Было установлено, что ее разложение происходит при участии фермента целлюлазы, расщепляющего этот полисахарид до глюкозы.

До сих пор в промышленности для получения глюкозы и других легкоусвояемых сахаров из целлюлозы и близких к ней соединений применялся кислотный гидролиз. Представляется заманчивым простой и более дешевый путь получения глюкозы из множества неиспользуемых целлюлазосодержащих отходов сельского хозяйства, деревообрабатывающей и пищевой промышленности с помощью целлюлазы микроорганизмов.

Трудности, возникшие при изучении биологического разложения целлюлозы, вытекают из чрезвычайно сложного и пока еще окончательно не выясненного строения этого биополимера². В свою очередь целлюлаза — это сложный комплекс ферментов, обладающих разными свойствами и различным механизмом действия.

Этот комплекс также еще не расшифрован окончательно, но доказано, что в его состав входят: С₁-фермент, выделяемый в достаточных количествах очень многими микроорганизмами; группа С_x-ферментов, отщепляющих сахар с конца целлюлозной цепи; фермента, фрагментирующего целлюлозу на отдельные обломки, и фермента, расщепляющего низкомолекулярные целлодекстрины до глюкозы.

Весь этот комплекс ферментов способен за несколько дней при 40° С расщепить 50—70% и больше природной целлюлозы с образованием глюкозы. Действие С₁-фермента проявляется только в присутствии других компонентов целлюлазного комплекса, но без С₁ сколько-нибудь глубокого расщепления природной целлюлозы происходить не может. Предполагают, что этот фермент специфическим образом воздействует на кристаллические участки целлюлозы и делает их доступными для действия С_x-ферментов. Если это предположение правильно, то функция С₁-фермента необычна, и он не похож на другие известные углеводорасщепляющие ферменты. Механизм его действия на природную целлюлозу пока остается загадкой и усиленно изучается.

В лаборатории ферментных препаратов Института биохимии им. А. Н. Баха АН СССР найдены штаммы плесневых грибов, образующих С₁-фермент, и проводятся исследования отдельных ферментов целлюлазного комплекса.

*Р. В. Фениксова,
Н. А. Тиунова*

*Институт биохимии им. А. Н. Баха
АН СССР (Москва)*

ПОЛЬСКОЕ ОБОЗРЕНИЕ

1967, № 36, стр. 16—18

«МЕДУЗА-1»

Так назвали свое детище — стальную подводную лабораторию ее создатели, гданьские инженеры Александр Лассо и Антони Дембовский, первые акванавты Польской Народной Республики.

В августе 1967 г. «Медуза-1» опустилась на дно озера Клодно, расположенное близ Гданьска. Глубина погружения составила 24 м.

Благодаря особому устройству — грейферу подводный «домик» с акванавтами мог маневрировать (подниматься и опускаться) вдоль каната, швартуемого «домик» к балласту на дне озера. Все предстоящие «Медузе» зарубежные подводные обиталища были неподвижными.

А. Лассо и А. Дембовский пробыли под водой четверо суток (а точнее 98 час.), и теперь, после проверки своей лаборатории, конструируют новый, также двухместный, но более комфортабельный подводный «дом» — «Медузу-2». Ее испытания будут проведены в 1968 г., а в 1969 г. будет опробован пятиместный подводный «дом» — «Медуза-3».

Все эти подводные лаборатории предполагается использовать для проведения работ в искусственных озерах у подножия плотин с целью проверки технического состояния гидроэнергетических установок, и если надо, их ремонта.

wissenschaft und fortschritt

1967, № 6, стр. 245 (ГДР)

ПОЛУПРОВОДНИКИ ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Дрезденским ученым (ГДР) удалось недавно применить органические полупроводники в качестве выпрямителя. До сих пор выпрямители изготавливались из неорганических материалов, таких как германий, кремний и селен. В качестве сырья для нового полупроводника служит применяемый в текстильной промышленности фталоцианин.

¹ Почвенные микроорганизмы — плесневые грибы, актиномицеты и бактерии, используя целлюлозу в процессе своей жизнедеятельности, превращают ее в конечном счете в углекислоту и воду. Углекислый газ, образующийся при гниении древесных и других растительных остатков, выделяясь в громадных количествах, поддерживает газовый баланс атмосферы.

² Длинные молекулы целлюлозы в свободном состоянии не встречаются, а всегда объединены в пучки, состоящие приблизительно из 2000 молекул. Связанные между собой в поперечном направлении, эти молекулы образуют высокоупорядоченные, трудногидролизуемые кристаллические участки по длине пучка.

Фталоцианин обладает относительно большой стойкостью по отношению к высоким температурам и химическим реактивам. В вакууме он, не разрушаясь, испаряется при 450°C , поддается полимеризации и обладает после этого высокой проводимостью.

Эксперимент был выполнен при помощи блока сцинтилляторов, регистрирующих реакции в мишени из жидкого водорода, причем информация об этих событиях автоматически фиксировалась и анализировалась электронно-вычислительной машиной. Каждый час наблюдалось несколько миллионов событий.



т. 8, 1967, № 5, стр. 8—9
(США)

SCIENCE NEWS

THE WEEKLY SUMMARY OF CURRENT SCIENCE

т. 91, 1967,
№ 7, стр. 163 (США)

СКОРОСТЬ СВЕТА В МИКРОМИРЕ

Группа американских исследователей под руководством С. Линденбаума осуществила интересный эксперимент по проверке релятивистского принципа причинности в микромире.

Принцип причинности в теории относительности сводится к тому, что сигналы не могут распространяться быстрее, чем скорость света, на сколь угодно малых расстояниях. Это было уже ранее экспериментально доказано для расстояний, несколько меньших протонного радиуса (который составляет около 10^{-13} см), путем наблюдений пион-нуклонных взаимодействий.

Теперь принцип причинности при помощи аналогичных экспериментов подтвержден на Брукхейвском ускорителе до расстояний, существенно меньше 10^{-15} см, и косвенным образом — вплоть до расстояний, меньше 10^{-16} см. Таким образом, принцип причинности — этот краеугольный камень релятивистской теории — подтвержден для расстояний порядка одной сотой или одной тысячной доли протонного радиуса.

Для проверки указанного принципа брукхейвские исследователи использовали пучок л-мезонов от ускорителя с энергией около 29 Гэв.

NEW SCIENTIST

1967,
№ 548, стр. 603 (Англия)

НОВАЯ РОЛЬ ЛАЗЕРА

Замечательное свойство пучка света лазера испарять биологические вещества за несколько миллионных долей секунды послужило проф. Д. Глику (Станфордский университет) основой для создания быстрого и чувствительного метода обнаружения следов металлов в биологическом материале. Спектрографический анализ паров исследуемого образца позволяет обнаруживать следы железа, цинка, меди. Проведенные эксперименты позволили определить содержание этих металлов в клетках крови печени и почек.

Новый метод анализа может быть применен пока только в биологических исследованиях, но считается перспективным применение его и в клинической практике ввиду того, что для быстрого и одновременного анализа на ряд элементов при этом методе достаточно одной капли крови или другой жидкости организма. Позволяет он производить анализ и высушенных биологических образцов, которые могут сохраняться в течение неопределенного времени или даже присылаться по почте.

Предполагается, что при автоматизации лазерного анализа результаты его могут быть записаны и сохранены в «памяти» электронно-вычислительной машины.

БЕСПЛЮЗОВЫЙ ПАНАМСКИЙ КАНАЛ

Панамский канал не может пропускать через свои шлюзы современные многотоннажные суда. Кроме того, его ежегодная пропускная способность (12 000 судов) в ближайшем будущем перестанет обеспечивать бесперебойность меж океанских перевозок, поскольку беспрерывно увеличивается не только тоннаж судов, но и число рейсов. В 1965 г. в США была создана специальная правительственная комиссия, которая должна не только избрать окончательный вариант новой трассы, но и рассмотреть вопрос о целесообразности реконструкции Панамского канала (длина 74 км) и превращения его в бесплужовый.

Особый интерес представляют две трассы через малонаселенные районы Панамского перешейка по обе стороны границы между Панамой и Колумбией. Колумбийская трасса Аtrato — Труандо длиной 160 км, расположенная в 230 км от Панамского канала, протянулась бы через джунгли Чоко от залива Дарьена до бухты Гумбольдта. Панамская трасса Сасарди — Монти длиной 77 км начинается в бухте Каледония Карибского моря и заканчивается в бухте Сан-Мигель панамского побережья Тихого океана.

Для выбора наиболее пригодного технического варианта в этом году начат детальный анализ данных по геологии, топографии, гидрологии и гидрографии местности. Впервые взяты колонки грунтов с глубин до сотен метров. Началась также геодезическая съемка третьей возможной трассы прямого канала по границе между Никарагуа и Коста-Рикой.



ПЯТЬДЕСЯТ ЛЕТ ОТКРЫТИЙ

Н. А. Гвоздецкий
СОВЕТСКИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ И ОТКРЫТИЯ

Изд-во «Мысль», 1967 г., 390 стр.,
ц. 1 р. 18 к.

Эта книга — не справочник о советских географических исследованиях и открытиях и не сводка существующих данных. Общий замысел издания состоит в том, чтобы рассказать о тех открытиях и исследованиях советских ученых, в результате которых на общегеографической карте были уничтожены «белые пятна». Ведь еще не столь давно в пределах нашей страны существовали обширные территории, которые оставались почти неизученными. Велик вклад советских исследователей и в географическое изучение малоизвестных земель и водных пространств, расположенных далеко за рубежами нашей Родины.

Ныне в работах географов на первый план выдвинулись совсем иные проблемы, нежели определение местонахождений громадных горных хребтов, нанесение на карту речных бассейнов и выяснение очертаний морских берегов. В области физической географии эти проблемы связаны прежде всего с решением задач целенаправленного преобразования природы.

Старинная проблема снятия «белых пятен» с общегеографической карты, видимо, относительно скоро будет решена для Земли в целом; для территории нашей страны она уже решена. Тем более полезно и своевременно подвести

определенный итог результатам работ советских исследователей, трудами и подвигами которых заняли свое место на карте самые высокие вершины страны, самые глубокие котловины, не известные ранее хребты, ледники, острова.

Обратимся к содержанию книги. В первой ее части повествуется об исследованиях и открытиях советского времени в пределах Советского Союза. Географическое познание нашей страны имеет многовековую историю. На карте запечатлены многие имена русских землепроходцев, моряков, ученых прошлых столетий. Все же ко времени Великой Октябрьской социалистической революции карта страны сохраняла еще много «белых пятен». В условиях дореволюционной России были немислимы планомерные систематические работы по изучению всей ее территории. Такие работы, связанные с выявлением огромных природных богатств нашей Родины, широко развернулись в советское время.

«Если учесть громадную площадь нашей страны и наличие множества «белых пятен» на картах России дореволюционного периода, то становится ясным, какая грандиозная работа по географическому изучению СССР выполнена за годы Советской власти. Благодаря усилиям советских исследователей были впервые изучены территории, площадь которых во много раз превышает площади крупнейших государств Западной Европы», — пишет автор.

Велики изменения в изображении рельефа, гидрографической сети и побережий нашей страны. Мы находим ныне на карте Арктики острова Октябрьской революции, Большевик, Комсомолец, Пионер, составляющие в совокупности с меньшими по размерам островами архипелаг Северная Земля. Основы правильных географических представлений о нем были заложены Г. А. Ушаковым и Н. Н. Урванцевым в начале 30-х годов. На карте нанесено множество открытых советскими исследователями островов, расположенных преимущественно в Карском море.

Исключительные по значению открытия были сделаны в Центральной Арктике. На карте намечилось правильное изображение подводного рельефа, появились отметки глубин в приполюсном районе. Об этих глубинах до работ дрейфующей станции «Северный полюс-1» ничего не было известно. Ныне на карте нанесены подводный хребет Ломоносова и другие подводные горы и котловины, открытые советскими полярниками уже в послевоенные годы.

Последовательно и систематически дан в книге обзор исследований и открытий советского времени, на территории отдельных частей страны. Мы читаем об открытии и исследовании хребта Черского экспедициями С. В. Обручева в 1926 и 1929—1930 гг., о дальнейших исследованиях бассейна р. Индигирки и об изменениях карты крайнего северо-востока Азии. Сравнительно деталь-

ное освещение нашли и географические открытия в горах Средней Азии — здесь свое место на карте заняли пик Коммунизма, пик Победы и десятки других вершин, ледников, не известные прежде хребты и долины.

«Белые пятна» были уничтожены и в пределах среднеазиатских пустынь. Произошли изменения в изображении оро-гидрографических единиц и на Кольском полуострове, и на Кавказе, и на Русской равнине, и в Уральских горах.

Н. А. Гвоздецкий много лет занимается историей советских географических открытий. Читателю знакомы его научно-популярные книги — «Как были стерты «белые пятна» с карты СССР» (1953) и «Сорок лет исследований и открытий» (1957). В новой работе первая часть книги заметно дополнена по сравнению с последним изданием, но сохраняет с ним общую основу. И это вполне естественно, поскольку экспедиционные работы последнего десятилетия на территории нашей страны все менее связаны с существенными уточнениями общегеографической карты: «белых пятен» на этой карте уже не осталось.

Вторая часть книги «Исследования и открытия за пределами СССР» написана заново. Она насыщена преимущественно материалами экспедиций последних 10 — 15 лет. Именно в это время — пятидесятые — шестидесятые годы — советскими исследователями внесен выдающийся вклад в изучение Антарктиды, в исследования Тихого, Индийского и Атлантического океанов. Здесь нашли отражение и многообразные исследования советских ученых, осуществленные в зарубежных странах — на разных материках на протяжении десятилетий (ведь интересные зарубежные экспедиции были совершены еще в 20-х годах). Таковы, например, работы по изучению природы Центральной Азии, которые ознаменовались крупными научными результатами.

Сводный обзор этих исследований дан в нашей литературе впервые. Главное внимание в соответствии с общим замыслом книги автор обращает на экспедиционные работы, непосредственно связанные с совершенствованием общегеографической карты Земли. Однако здесь можно кратко познакомиться

и с результатами других экспедиций.

Книга рассчитана на широкий круг читателей. Для специалиста-географа, а также для всех, кто захочет более глубоко ознакомиться с тем или иным открытием или исследованием, в книге дан перечень литературных и картографических источников, сгруппированных по отдельным главам.

Возможно, что общий замысел книги был бы осуществлен еще более четко, если бы автор отказался от освещения ряда работ, не связанных с уточнением общегеографических карт. Это замечание относится в основном ко второй части книги. Однако, учитывая отсутствие сводной работы о географических исследованиях советских ученых за рубежом, вряд ли следует ставить в упрек автору проделанный им большой труд, в результате которого он сумел дать читателю более широкое общее представление о вкладе наших ученых в познание природы материков и океанов Земли за пределами Советского Союза.

Н. Г. Фрадкин
Москва

РЕСПУБЛИКА СОЛНЦА И ГОР

А. А. Асланян, А. Б. Багдасарян,
Л. А. Валесян, С. М. Дульян

АРМЕНИЯ

серия «Советский Союз»,

изд-во «Мысль», 1966, 343 стр.,

ц. 1 р. 68 к.

Вышел в свет первый том юбилейного издания географического описания нашей страны. Он посвящен Армении¹. Книга привлекает внимание не только глубоким содержанием, но и прекрасным

оформлением. Текст умело сочетается с разнообразными иллюстрациями, вызывая у читателя яркие картины и образы цветущей южной республики Советского Союза, страны солнца и гор, населенной трудолюбивым, талантливым народом. Подобные издания пользуются огромным спросом у самой широкой аудитории, будят интерес к более углубленному знакомству со своей страной.

Книга написана ведущими географами республики. Особенно хочется подчеркнуть, что эта работа — пример популярного

изложения самого разнообразного материала не в ущерб его научной достоверности. Ясно и доходчиво прослеживаются и объясняются взаимосвязи и взаимозависимости между важнейшими природными факторами — особенностью формирования поверхности, ее строения и полезными ископаемыми, между климатом, почвами, растительностью и животным миром. Выявляется взаимное влияние природных факторов и размещения хозяйства, населения. Это несомненная заслуга авторского коллектива.

¹ О подготовке изд-вом «Мысль» серии «Советский Союз» в 22 томах журнал «Природа» уже сообщал читателю (1966, № 4).

Книга состоит из двух крупных, почти равных по объему частей. В общем обзоре рассматривается природа республики, ее история с древнейших времен до наших дней, население и культура, дается общая характеристика хозяйства. Во второй части — описание по важнейшим элементам природы и хозяйства основных районов Армении в их взаимосвязи.

Всем разделам работы присущ комплексный страноведческий подход. Исключительно разнообразны ландшафты Армянской ССР: здесь и зелень Араратской долины, и сверкающие снега Арарата и Арагаца; альпийские и субальпийские луга плоскогорий и ласкающая глаз зелень горных лесов в окрестностях Дилижана; мутный Аракс, бурные потоки Арны и широкая гладь Севана; своеобразная архитектура Еревана, новые современные города Кировакан и Ленинакан, небольшой, но прекрасно спланированный Горис и т. д. Столь же разнообразно хозяйство республики, о котором читатель получает исчерпывающий материал.

Хочется особо выделить как авторскую удачу характеристику основных черт поверхности, формирование и современное строение которой отличается большой сложностью. Именно в этом разделе наиболее отчетливо видно соединение популярности изложения со

строгой научностью. Читатель, не подготовленный специально, может легко понять и геологическую историю, и тектоническое строение, и закономерности возникновения полезных ископаемых, и современную орографию. Очень четко, с использованием ярких, запоминающихся сравнений, а также исторического материала, описан климат Армении. Удачно изложение проблемы Севана. Успешно справился авторский коллектив и с характеристикой наиболее сложного как по природным условиям, так и по особенностям хозяйства Араратского района. Здесь сосредоточена основная часть населения, промышленного и сельскохозяйственного производства, основные научные и культурные организации.

Нельзя не отметить, что книга поражает обилием использованного фактического материала, она дает наиболее полное и разностороннее представление о республике по сравнению со всеми изданными прежде работами по Армянской ССР. Наряду с исчерпывающей характеристикой природы показано развитие экономики Армении за короткий исторический период — от полуфеодального до самого современного хозяйства. Это яркий пример для малых народов Востока и развивающихся стран всех континентов. Он убеждает в том, что есть единственный путь

общественного прогресса — путь социализма. Он обеспечивает быстрый экономический и культурный рост, исключает любые формы угнетения и национального неравенства.

Однако авторам можно сделать упрек в недостаточном внимании к показу хозяйственных связей Армении с другими союзными республиками, а также к вопросам дефицита топливно-энергетического баланса, водных ресурсов и возможностей водосбора.

Пользоваться книгой удобно, так как она сопровождается приложениями: таблицами, в которых сконцентрированы важнейшие физико-географические характеристики и показатели развития экономики и культуры, списками основных видов растений и животных, распространенных в Армении, небольшим словарем географических терминов и топонимов. Хорошо, что есть и основная литература по географии республики.

Книга «Армения» удостоена диплома первой степени на конкурсе, проведенном в 1967 г. Всесоюзным обществом «Знание».

А. А. А д а м е с к у

Кандидат географических наук

Москва

ЖИЗНЬ И КОСМОС

В. А. Фирсов

ЖИЗНЬ ВНЕ ЗЕМЛИ

«Мир», 1966, 387 стр., ц. 1 р. 91 к.

Старания некоторых неумелых популяризаторов привели к тому, что выделился круг сенсационных проблем, упоминание о которых вызывает улыбку. Более всего безответственных высказываний, содержащих принципиальные методические и философские

ошибки, посвящено внеземной жизни и внеземным цивилизациям. Однако в этой области существуют, конечно, и серьезные работы: еще в начале века К. Э. Циолковский показал пути и цели освоения космоса, разработал технические стороны этой проблемы. Так как тенденция к саморазвитию присуща любому процессу, то уже само существование материи предопределяет возникновение и раз-

витие жизни, а в отдельных случаях — разума. В живом веществе проявлялись важнейшие свойства материи, которые позволяют ей противостоять разрушению и беспорядку. Рассматривая развитие жизни и разума, мы можем тем самым затронуть и узловые вопросы мироздания, причем это будет единственно верным для осуждения вопроса о планетарной материи. Именно такую точку

зрения избрали К. Э. Циолковский, В. И. Вернадский («Химическое строение биосферы Земли и ее окружения»), И. С. Шкловский («Вселенная, жизнь, разум», 1965), Тейяр де Шарден («Феномен человека», 1938), Х. Шепли («Звезды и люди», 1958), В. Г. Фесенков («Жизнь во Вселенной», 1963 г.) и др. Того же мнения придерживается и автор рецензируемой книги. «С химической точки зрения, — пишет В. А. Фирсов, — жизнь характеризуется созданием высокоспецифической среды, компоненты которой, обеспечивающие ее специфичный характер, постоянно обновляются». Рассмотрено возникновение низших форм жизни, их развитие в более сложные; показан постепенный, по мере эволюции, рост роли биосферы в развитии планеты. Возникновение и развитие разума есть неизбежный результат планетарной формы бытия материи.

На Земле условия существования жизни удивительно разнообразны. Но возможны и другие ее формы; В. А. Фирсов предлагает гипотетические модели низко- и высокотемпературной жизни, формы жизни, где аммиак играет роль растворителя; где углерод полностью или частично замещен бором, фосфором, азотом, серой

или кремнием. Существование таких организмов еще шире раздвигает рамки той формы бытия материи, которая называется жизнью.

Условия жизни на планете зависят от энергии, поступающей в основном от Солнца и в меньшей степени из ее собственных недр. Чем больше планета, тем более мощную атмосферу и гидросферу она может иметь, а именно эти подвижные оболочки сохраняют и преобразуют поступающую тепловую и механическую энергию, часть которой фиксируется на планете в осадочных породах в результате геологических процессов.

Основная цель последнего раздела — «Жизнь во Вселенной» — показать, что существование Земли в солнечной системе и в нашей Галактике — в изученном нами участке пространства — закономерно. В. А. Фирсов удачно избежал при этом схоластического приема — умножения на бесконечность («хотя жизнь маловероятна, но звезд бесконечно много, значит, существование жизни в космосе «достоверно»»). По его словам, «Галактика, звезды, планеты составляют стройную систему, частью которой являемся и мы сами; если бы в ней не было смысла, все это не могло бы существовать». Действи-

тельно, наука создавалась лишь тогда, когда человечеству стало известно единство мира и его закономерностей, ибо науки априорно исходят из этого представления.

Буквальный смысл слова «космос» — порядок. Изучение космического пространства и его влияния на Земле вызовет переворот в науках о Земле: геологии, географии, биологии и в науках о человеке. В частности, геология с ее историческим подходом несомненно обогатит планетную астрономию, так же как и последняя, изучающая разные состояния планетарной материи, поможет геологии в выяснении ряда проблем.

Как по широте подхода, так и по подбору материала книга весьма удачна. В ней естественно, есть спорные положения. К сожалению, мало сказано об истории вопроса, мало освещена роль русских и советских ученых. Предисловие и примечание в какой-то мере снимают этот недостаток. Как и всякая удачная работа, эта книга ставит новые проблемы, выдвигает новые вопросы — в этом одно из ее многочисленных достоинств.

В. Г. Трифонов,
П. В. Флоренский

Москва

СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И САРАНЧА

Н. С. Щербиновский
СЕЗОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ
В ПРИРОДЕ

Изд-во «Колос», 1966, 167 стр.,
ц. 18 к.

Среди естественных наук видное место принадлежит фенологии — науке, изучающей сезонные явления в природе. Наблюдения над сезонными изменениями в жизни растений и животных имеют большое научное и практическое значение. Они дают нам материал для выявления закономерностей развития живой природы, для установле-

ния последовательности сезонных явлений, без познания которых невозможно рациональное ведение сельского хозяйства, пушного промысла, пчеловодства, невозможна эффективная защита растений от вредителей и болезней.

Автор книги, известный советский энтомолог, ныне, к сожалению, покойный, основываясь на личном знакомстве со всеми природными зонами СССР и многих других стран, популярно и увлекательно описывает природу и сезонные явления на

Северном полюсе и в арктической тундре, в лесной зоне, лесостепи, степи, в субтропиках Черноморского побережья, в тропиках и пустынях.

Значительный интерес представляет глава «Многолетние циклические явления в природе». В ней автор, привлекая различные литературные данные и свои наблюдения над перелетной и пустынной саранчой, рассказывает о периодических многолетних изменениях в жизни живой природы, связанных с изменением солнечной активности, с

одиннадцатилетней (в среднем) периодичностью. В прошлом столетии, например, было девять вспышек массового размножения пустынной саранчи (шистоцерки) и девять циклов солнечной активности.

В заключение в книге характеризуется методика фенологических наблюдений и приводится календарь природы средней полосы европейской части СССР.

Хорошо оформленная, снабженная многочисленными ри-

сунками и яркой суперобложкой книга Н. С. Щербиновского будет с интересом прочитана всеми любителями природы.

С. М. Поспелов

*Кандидат биологических наук
Ленинград*

ГИГИЕНА НАШЕЙ ПЛАНЕТЫ

ВВЕДЕНИЕ В ГЕОГИГИЕНУ
Изд-во «Наука», 1966, 324 стр.,
ц. 1 р. 71 к.

Всегда ли мы вооружены полнотой понимания процесса развития природы в целом, в его взаимосвязях? Вот вопрос, возникающий при чтении этой интересной книги.

Геогигиена — наука, которая призвана изучать возникающие от деятельности человека изменения в биосфере и способы предупреждения и смягчения нежелательных для общества последствий этих изменений. Сама постановка вопроса уже важна. Действительно, антропогенные (порождаемые человеком) процессы сейчас приобрели такие масштабы и, главное, такие темпы, что трудно даже предвидеть все возможные последствия. А биосфера — не вода в аквариуме, ее не сменишь при загрязнении. Вот почему к развивающемуся новому научному направлению так приковано внимание ученых, работающих в различных областях естествознания.

Книга написана коллективом авторов под руководством Н. В. Лазарева, который подчеркивает, что сложившееся равновесие в биосфере определяет тот факт, что стихийные изменения среды обитания человека, как правило, для него неблагоприятны. Приобретая иногда глобальный характер, они становятся фактором, который необходимо серьезно изучать. Проблема эта международная, и актуально предложение автора о проведении Международного геогигиенического года.

Я. М. Грушко рассматривает проникновение в верхние слои земной коры токсических элементов (медь, хром, свинец, кобальт и т. д.) при добыче и переработке минеральных ресурсов. Характерно, что это явление носит пока, в общем, местный характер, но иногда приобретает значительные масштабы.

В. А. Покровский в двух разделах книги привлекает внимание к резкому изменению состава атмосферы и гидросферы нашей планеты. Проблема, как и в других главах, рассматривается на большом цифровом и фактическом материале. Наука сейчас, в частности, располагает убедительными примерами прямой связи роста промышленности и городского населения с частотой туманов в городах, многообразно влияющих на здоровье населения даже при отсутствии ядовитых загрязнений воздуха. Некоторые элементы и соединения в воздухе уже в очень малых концентрациях оказывают вредное действие.

Широко освещено в книге значение для геогигиены химии органического синтеза (С. Л. Данишевский). Соответствующие производства сопровождаются нередко выделением ядовитых веществ, в частности канцерогенных. Вопрос этот, например последствия применения синтетических материалов, мало изучен. Количество же новых веществ, лекарственных в частности, поступающих ежегодно в оборот, достаточно велико. Это приводит автора к не-

утешительному выводу, что «... мы пока почти не имеем возможности предвидеть отдаленные последствия быстрорастущего синтеза органических соединений...»

В седьмой главе, подготовленной Л. И. Медведем и Ю. С. Каган, разносторонне рассматривается наболевшая проблема — невольной «ядизации» планеты, связанной с внесением в почву химических удобрений, применением химикатов для борьбы с вредителями растений и т. д.

Радиоактивным загрязнением и хроническим воздействиям ионизирующих излучений посвящены последующие главы. Авторы подчеркивают, что с прекращением испытаний ядерного оружия проблема радиации еще не снимается.

В «Заключении» Н. В. Лазарев подчеркивает, что геогигиенические проблемы — одновременно и экономические. Загрязнения биосферы часто вызывают хозяйственные потери, не говоря уже об огромных других убытках от них. Это иллюстрируется цифрами. Так, например, в США в воздух выбрасывается до 700 000 т марганца в год, т. е. 50% потребности в этом металле, а убытки от порчи материалов только дымом и отходящими газами оцениваются в 0,5 млрд долларов за год.

Книга посвящена В. И. Вернадскому и вдохновлена его геохимическими и биогеохимическими идеями. Основные положения авторов бесспорны. В книге высказан и ряд мыслей, которые, не

являясь новыми, в контексте и аспекте книги приобретают дополнительную значимость. К сожалению, иногда высказывания авторов «традиционны». Н. В. Лазарев (стр. 42) справедливо замечает, что при рассмотрении некоторых проблем нельзя подходить лишь с точки зрения узкого специалиста, а в главе седьмой (стр. 247) авторы сокрушаются, то биологические методы борьбы с вредителями не позволяют уничтожить их «нацело». Но в биосфере нет абсолютно вредного или полезного. Сейчас это начинают понимать. Запрещено убивать хищных птиц, «реабилитирована» выдра, нельзя ратовать за полное истребление волков, игнорируя их санитарную роль. Идеалом должно быть достижение биологического равновесия, при котором осторожно устранены лишь особо вредные элементы; иной подход может оказа-

ться фатальным для живой природы вообще.

Авторы, к сожалению, несколько переоценивают действительность инструкций, правил об охране природы и т. п., в чем — увы! — убеждает нас практика. Беря все от природы, мы жалуем сил и средств на ее сбережение. Пришло время ставить вопрос о «плате за природу», за полноценную среду обитания, за создание геогигиенических условий. Это расходы на водо-, дымо- и газоочистку, потери некоторых долей урожая и т. п. И чем раньше начать платить, тем геогигиена обойдется дешевле в конечном счете.

Книга — первый шаг в глубокой постановке вопроса о новой науке. Ее достоинство — философский подход к проблемам. Предназначена она для достаточно широких кругов и с живейшим интересом будет прочитана людьми,

имеющими не только высшее, но и среднее образование. Тем не менее следует упрекнуть авторов, что они все же не освободили свои статьи от некоторых специальных терминов или не дали нужных пояснений. Без ущерба для научности книги это сделало бы ее еще более ценной, поскольку гигиена — безусловно общенародное дело. Помимо переиздания этой быстро разошедшейся книги, необходимо выпустить обширную популярную литературу по этим вопросам. Прогресс в новой науке может быть достигнут лишь тогда, когда с ее проблемами будут достаточно квалифицированно знакомы инженеры, геологи, агрономы, географы, врачи, лесоводы, преподаватели, экономисты и другие специалисты.

Б. П. В ы с о ц к и й

Р. А. В ы с о ц к и й
Москва

КОРОТКО О КНИГАХ

В. И. ЛЕВЕДИНСКИЙ
С ГЕОЛОГИЧЕСКИМ МОЛОТ-
КОМ ПО КРЫМУ
Изд-во «Недра», 1967, 215 стр.,
ц. 34 коп.

Эта книга приглашает совершить несколько увлекательных экскурсий по Крыму. Поскольку ее автор геолог, то естественно, что и описание экскурсий носит геологический оттенок.

Основным экскурсиям или маршрутам предшествует краткое определение геологической науки и, в частности, освоение тех ее аспектов, которые связаны с Крым-

ским полуостровом. Маршруты охватывают всю восточную половину Крымского полуострова (Сиваш, Большой Каньон, Чатыр-Даг, Южный берег Крыма и Керченский полуостров). В этих маршрутах встречаются проявления самых различных геологических процессов в виде «кладовых солей», «каменного леса», древних потухших вулканов, грандиозных оползней, пещер, колоссальных трещин в земной коре и т. п. Попутно автор обращает внимание читателей на своеобразие релье-

фа, климата, растительности, животных, призывает бережно относиться к природе.

В книге есть схемы маршрутов, что помогает ориентироваться на местности. Очень важно, что автор напоминает об обязательном выполнении правил безопасности, столь необходимых во время маршрутов в горах.

В. В. С в и р и д о в

Кандидат геолого-минералогичес-
ких наук
Симферополь



ОСНОВНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В 1968 ГОДУ

СОЛНЕЧНЫЕ ЗАТМЕНИЯ

В 1968 г. произойдет два солнечных затмения — частное, 29 марта, недоступное наблюдениям в СССР, и полное, 22 сентября, полоса которого пройдет по территории СССР от островов Северной Земли через Югорский полуостров, Свердловскую, Курганскую, Кустанайскую, Целиноградскую, Карагандинскую и Алма-Атинскую область. Частные фазы этого затмения доступны наблюдениям на всей территории Европейской части и в западных областях Азиатской части Советского Союза.

Полное солнечное затмение по всей полосе полной фазы будет происходить во второй половине дня, точнее после 15 час. по местному времени, при сравнительно небольшой высоте Солнца над горизонтом, не превышающей 19° . Наибольшая продолжительность полной фазы затмения будет в Курганской и Кустанайской областях и составит всего лишь 43 сек.

Частные фазы солнечного затмения во многих городах СССР будут весьма значительными; так, в Москве наибольшая фаза достигнет значения 0,79, а в Ленинграде — до 0,75 (видимый диаметр солнечного диска принят за 1,00). Подробные обстоятельства и карта этого затмения будут опубликованы в ближайшем номере журнала.

ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ

Оба лунных затмения, 13 апреля и 6 октября 1968 г., будут полными тeneвыми, т. е. Луна полностью погрузится в земную тень. Первое из этих затмений недоступно наблюдениям в СССР; второе сможет хорошо наблюдаться в азиатской части Советского Союза, к востоку от линии, проходящей от островов Северной Земли через озеро Таймыр, Ха-

тангу, Ербогачен, Алексеевск и Нижне-Ангарск. На указанной линии начало частного затмения Луны совпадает с моментом ее восхода, а к западу от нее Луна восходит в затмении тем большей фазы, чем западнее расположены пункты наблюдения. К западу от линии, проходящей через остров Колгуев, Усть-Цильму, Кудымкар, Орск, Челкар и Ташауз, лунное затмение наблюдаться не может, так как западнее нее Луна взойдет над горизонтом по окончании затмения.

Частные фазы лунного затмения начнутся в 12 час. 55 мин. по московскому времени, полная фаза будет продолжаться с 14 час. 10 мин. до 15 час. 14 мин., т. е. в течение более одного часа, а в 16 час. 29 мин. Луна окончательно выйдет из земной тени.

Более подробные сведения об этом затмении будут своевременно опубликованы.

ОБЩИЕ УСЛОВИЯ ВИДИМОСТИ ПЛАНЕТ

Меркурий в 1968 г. будет хорошо виден на протяжении четырех эпох, из которых две придутся на вечернее время суток и две — на утреннее. Между ними наступит еще одна кратковременная эпоха удовлетворительной утренней видимости планеты, благоприятная для наблюдений только в южных районах страны.

Первая эпоха вечерней видимости Меркурия начинается 20 января и продолжается до 10 февраля. Первые десять дней Меркурий перемещается прямым движением, с запада к востоку, по созвездию Козерога, а затем переходит в созвездие Водолея и хорошо виден на фоне вечерней зари в юго-западной области небосвода. Блеск планеты постепенно убы-

вает от $-0,8$ до $-0,4$ звездной величины. 31 января в созвездии Водолея наступит наибольшее восточное удаление планеты от Солнца — на расстояние 18° , и продолжительность вечерней видимости Меркурия после захода Солнца превысит один час. После стояния 6 февраля Меркурий, уже попятным движением (с востока к западу), перейдет в созвездие Козерога, в котором через несколько дней закончится период вечерней видимости планеты. К этому времени блеск Меркурия уменьшится до $+0,4$ звездной величины.

15 февраля Меркурий пройдет между Землей и Солнцем (это положение планеты называется нижним соединением), а 27 февраля снова наступит стояние планеты, после которого ее попятное движение сменится прямым по созвездию Козерога.

С 1 марта Меркурий появляется незадолго до восхода Солнца на фоне утренней зари в восточной области небосвода и выглядит яркой звездой $+0,9$ звездной величины, но видеть его можно только в южных районах страны. Планета быстро перемещается прямым движением по созвездию Козерога, и ее блеск постепенно возрастает, достигая к 13 марта $+0,4$ звездной величины. В это же время по созвездию Козерога перемещается к востоку планета Венера, которая 7 марта нагонит Меркурия и пройдет в 1° южнее него.

После 13 марта, дня наибольшего западного удаления Меркурия на 28° от Солнца, утренняя видимость планеты заканчивается. Период невидимости планеты продолжается вплоть до начала мая.

С первых дней мая Меркурий вновь появляется на фоне вечерней зари, после захода Солнца, над северо-западной частью горизонта — начинается вторая эпоха вечерней видимости планеты, наи-

более благоприятная для наблюдений и продолжающаяся до конца первой недели июня. Меркурий быстро движется к востоку последовательно по созвездиям Овна, Тельца и Близнецов, его блеск постепенно уменьшается от $-1,6$ до $+1,8$ звездной величины, а продолжительность вечерней видимости возрастает к 20 мая до 80 минут, после чего снова убывает.

До 6 мая Меркурий виден на небезападнее (правее и ниже) Марса. 6 мая Меркурий нагонит Марс и пройдет в 1° севернее него (соединение Меркурия с Марсом), после чего будет расположен восточнее (левее и выше) Марса.

24 мая в созвездии Тельца наступит наибольшее удаление Меркурия на 23° к востоку от Солнца, а 6 июня, в созвездии Близнецов, — очередное стояние планеты, после которого эпоха вечерней видимости Меркурия заканчивается.

С конца первой недели июля и до конца этого месяца Меркурий виден перед восходом Солнца в северо-восточной области небосвода, перемещаясь прямым движением по созвездиям Тельца и Близнецов, но удовлетворительные условия наблюдений планеты будут лишь в южных районах страны, в которых продолжительность утренней видимости доходит до 48 минут, в то время как в средних географических широтах она не превышает 21 минуты. В течение этой эпохи видимости блеск планеты увеличивается от $+1,1$ до $-1,2$ звездной величины.

В это же время по созвездию Близнецов перемещается прямым движением планета Марс, с которой Меркурий вступит в соединение в самом конце эпохи видимости, 28 июля, пройдя в $12'$ к югу от Марса.

Последняя эпоха утренней видимости Меркурия продолжается с начала третьей декады октября почти до конца второй декады ноября. Планета видна в юго-восточной части небосвода, в созвездии Девы, по которому до 24 октября перемещается попятным движением, а затем прямым. 31 октября планета достигнет наибольшего удаления (на 19° к западу) от Солнца, и продолжительность ее утренней видимости превысит один час. Блеск планеты непрерывно возрастает от $+1,4$ до $-0,7$ звездной величины. В конце ноября и в декабре планета не видна.

В эпохи видимости Меркурий будет находиться вблизи Луны

вечером 31 января и 29 мая и утром 24 июля.

Венера почти весь 1968 год находится в условиях, неблагоприятных для наблюдений. Ее можно видеть лишь в начале и в конце года и то только в южных и средних географических широтах. Весь год движение планеты прямое. В самом начале года Венера переходит из созвездия Весов в созвездия Скорпиона и Змееносца, находится в западном удалении от Солнца, примерно на 40° , и хорошо видна по утрам в юго-восточной области неба в течение двух часов до восхода Солнца. Блеск планеты равен $-3,5$ звездной величины.

В начале третьей декады января Венера переходит в созвездие Стрельца, и условия ее утренней видимости быстро ухудшаются. Уже к концу второй декады февраля, когда планета переходит в созвездие Козерога, продолжительность утренней видимости Венеры сокращается до 20 минут, и она видна на фоне утренней зари. 7 марта Венера вступит в соединение с Меркурием, ее блеск превышает блеск Меркурия в 36 раз. В средних географических широтах видимость планеты прекращается с последних дней февраля, а в южных — в конце марта. С конца марта по конец августа Венера не видна.

В конце августа начинается период вечерней видимости Венеры в южных районах страны. Планету можно отыскать в западной области неба, на фоне вечерней зари, в созвездии Девы. Постепенно планета все дальше отходит к востоку от Солнца, и условия ее вечерней видимости медленно улучшаются.

В начале октября Венера переходит в созвездие Весов и со второй половины октября становится доступной наблюдениям по вечерам в средних географических широтах. В этот период планета имеет блеск $-3,4$ звездной величины. 17 октября Венера вступит в соединение с Нептуном, пройдя в 2° южнее него; это явление доступно наблюдениям в небольшие телескопы.

Быстро пройдя по созвездию Скорпиона, Венера в конце октября перейдет в созвездие Змееносца, а в середине ноября — в созвездие Стрельца. К этому времени продолжительность ее вечерней видимости в средних географических широтах возрастет до одного часа. В конце первой декады декабря Венера перейдет в созвездие Козе-

рога, в котором и остается до конца года. Она будет видна по вечерам в юго-западной области небосвода, причем продолжительность ее видимости к концу года достигнет трех часов, а блеск увеличится до $-3,8$ звездной величины.

Вблизи Луны Венера будет находиться утром 26 января и 25 февраля, а вечером — 25 августа, 24 сентября, 24 октября, 23 ноября и 22 декабря.

Марс виден в 1968 г. вполне удовлетворительно во всех районах Советского Союза, но тем не менее его наблюдения не могут дать хороших результатов из-за большой удаленности планеты от Земли. Видимый диаметр диска Марса на протяжении года не превышает $5''$, а блеск, в среднем, составляет около $+1,5$ звездной величины.

Весь год движение Марса прямое. Начало года застает планету в созвездии Козерога, из которого она 5 января переходит в созвездие Водолея, а к концу первой недели февраля — в созвездие Рыб. Весь этот период Марс виден по вечерам в западной области неба как оранжевое светило, блеск которого постепенно уменьшается от $+1,3$ до $+1,7$ звездной величины.

В конце февраля, перемещаясь по созвездию Рыб, Марс начнет с запада приближаться к Сатурну, находящемуся в том же созвездии, и 4 марта вступит с ним в соединение, пройдя в 2° севернее Сатурна, после чего будет удаляться от него к востоку. К концу марта Марс перемещается в созвездие Овна, а в самом конце апреля — в созвездие Тельца. В это время Марс виден уже на фоне вечерней зари, недалеко от Меркурия, с которым он вступит в соединение 6 мая, и через несколько дней будет уже недоступен наблюдениям вплоть до начала августа.

С первых чисел августа Марс появляется в северо-восточной области небосвода, незадолго до восхода Солнца, в виде звезды второй звездной величины и продолжает прямое движение по созвездию Рака. Вплоть до конца года, последовательно перемещаясь по созвездиям Рака, Льва и Девы, Марс восходит после 2 часов ночи и виден в предутренние часы до рассвета, причем продолжительность утренней видимости планеты к концу года увеличится до 5 часов.

6 ноября в созвездии Девы

произойдет соединение Марса с Юпитером, севернее которого Марс пройдет на расстоянии в 20'.

Через неделю, 13 ноября, наступит соединение Марса с Ураном, севернее которого Марс пройдет в 50'. Это соединение двух планет может наблюдаться в небольшие телескопы.

До самого конца года Марс будет перемещаться по созвездию Девы.

Вблизи Луны Марс будет находиться 3 января, 1 февраля, 1 и 30 марта, 29 апреля, 22 августа, 20 сентября, 18 октября, 16 ноября и 15 декабря.

Юпитер хорошо виден на протяжении почти всего года, поскольку, благодаря положительному склонению, поднимается высоко над горизонтом, хотя и ниже, чем в предыдущие годы. Планета доступна наблюдениям во всех районах Советского Союза. Особенно благоприятные условия видимости планеты приходится на первый квартал года, когда Юпитер, вплоть до своего стояния 22 апреля, перемещается попятным движением по созвездию Льва, вблизи его главной звезды Регула, с которой вступит в соединение 5 марта, пройдя в 50' к северу от нее.

Противостояние Юпитера произойдет 20 февраля, и на протяжении января, февраля и марта он виден всю ночь, восходя вечером на северо-востоке и заходя днем на северо-западе. В эпоху противостояния блеск Юпитера равен — 2,1 звездной величины.

После 22 апреля планета перемещается прямым движением по

созвездию Льва и 9 июня снова вступит в соединение с Регулом, пройдя от него к северу на расстоянии в 40'.

В мае и в начале июня темное время суток застает Юпитера в юго-западной и западной области неба, высоко над горизонтом, и его можно наблюдать до захода, наступающего в начале мая около двух часов ночи, а в начале июня — вскоре после полуночи. Начиная со второй половины июня планета видна уже на фоне вечерней зари в северо-западной части небосвода. К концу июня блеск планеты уменьшается до — 1,2 звездной величины, и к середине июля период видимости планеты заканчивается.

Во второй половине июля, августе и в первой половине сентября Юпитер не виден.

С конца сентября Юпитер появляется перед восходом Солнца, на фоне утренней зари, в восточной области небосвода, и имеет блеск — 1,2 звездной величины, который ото дня ко дню медленно возрастает. Планета перемещается прямым движением по созвездию Льва и в середине октября переходит в созвездие Девы, в котором остается до конца года.

Постепенно восход планеты передвигается на более ранние часы суток, и условия ее видимости улучшаются. В начале ноября она восходит уже около 3 часов утра и видна до рассвета. 6 ноября произойдет соединение Юпитера с Марсом, который пройдет всего лишь в 20' севернее Юпитера. Слегка желтоватый Юпитер легко

отличить от оранжевого Марса. Кроме того, блеск Юпитера, равный — 1,3 звездной величины, будет превышать блеск Марса (+1,9 зв. вел.) примерно в 20 раз.

В начале декабря Юпитер восходит уже около 1 часа ночи. 9 декабря Юпитер вступит в соединение с Ураном, пройдя в 30' севернее него; это соединение можно наблюдать в малые телескопы.

В конце года Юпитер восходит около полуночи и снова виден на протяжении всей ночи как яркое светило — 1,6 звездной величины, но условия его наблюдений менее благоприятны, чем в начале года, так как он переходит в южное полушарие неба и его склонение становится отрицательным.

Юпитер будет находиться вблизи Луны 18 января, 14 февраля, 12 марта, 9 апреля, 6 мая, 2 и 30 июня, 19 октября, 16 ноября и 14 декабря.

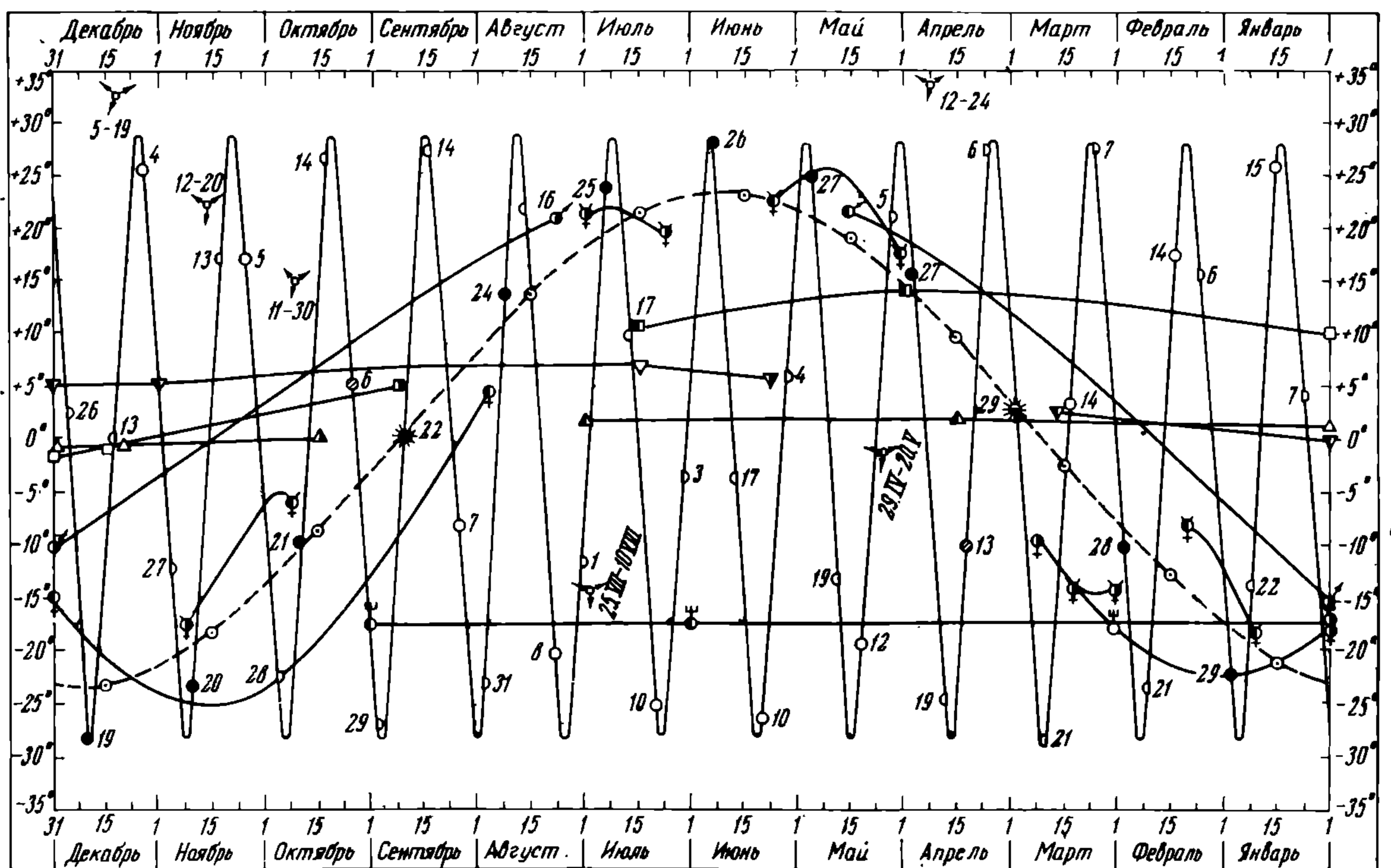
Сатурн весь 1968 г. находится в созвездии Рыб, и условия его наблюдений вполне удовлетворительны. В январе, феврале и в первой половине марта он перемещается прямым движением и виден по вечерам в западной области неба. Блеск планеты медленно возрастает от +1,1 до +0,9 звездной величины. В феврале и марте по тому же созвездию движется Марс, с которым Сатурн вступит в соединение 4 марта.

С середины марта наступает период невидимости Сатурна, продолжающийся до конца мая.

В начале июня Сатурн появляется на фоне утренней зари в восточной области неба. С каждым

Радянты обильных метеорных потоков

Название метеорного потока	Период действия	Дата максимума	Координаты радианта		Ближайшая к радианту яркая звезда
			прямое восхождение	склонение	
Квадрантиды	28. XII—4. I	3. I	15 ^h 4	+52°	γ Дракона
Лириды	12. IV—24. IV	22. IV	18, 1	+34	α Лиры
Гамма-Аквариды	29. IV—20. V	4. V	22, 3	—1	ζ Водолея
Боотиды	18. VI—8. VII	29. VI	14, 7	+45	β Волопаса
Бета-Кассиопеиды	24. VII—31. VII	27. VII	23, 7	+60	β Кассиопеи
Дельта-Аквариды	25. VII—10. VIII	28. VII	22, 7	—14	δ Водолея
Персеиды	20. VII—19. VIII	12. VIII	3, 2	+58	γ Персея
Дракониды	9. X—11. X	10. X	17, 7	+54	γ Дракона
Ориониды	11. X—30. X	22. X	6, 3	+15	γ Близнецов
Леониды	12. XI—20. XI	17. XI	10, 1	+22	γ Льва
Бивелиды	16. XI—27. XI	24. XI	1, 7	+43	γ Андромеды
Геминиды	5. XII—19. XII	12. XII	7, 3	+33	α Близнецов
Урсиды	10. XII—2. I	22. XII	15, 5	+83	γ Малой Медведицы



☿ Меркурий ♀ Венера ♂ Марс ♀ Юпитер ♄ Сатурн ♀ Уран ♆ Нептун → Радианты метеорных потоков
 ☼ Солнце * Полное солнечное затмение * Частное солнечное затмение ☾ Полное лунное затмение
 Фазы Луны: ● новолуние; ◐ первая четверть, ○ полнолуние, ◑ последняя четверть

¹ На карте приведены положения Солнца, Луны, планет и радиантов некоторых метеорных потоков в 1968 г. Вдоль большой оси карты отложены справа налево числа месяцев, а вдоль малой оси — угловое расстояние на небе от небесного экватора, выражаемое в градусах и называемое склонением. Выше небесного экватора расположено северное небесное полушарие, в котором склонение положительно (знак +); ниже небесного экватора — южное небесное полушарие, в котором склонение отрицательно (знак —). Небесные объекты нанесены на карту в соответствии с их склонением в различные дни года, что позволяет приближенно определить их наибольшую высоту над горизонтом

$$h = 90^\circ - \varphi + \delta,$$

где φ — географическая широта места наблюдения и δ — склонение светила.

Положения Солнца на небе даны для 15 числа каждого месяца. Положение Солнца на небе в другие дни года может быть определено по прерывистой кривой, проходящей через знаки Солнца.

Положение Луны обозначено различными знаками в зависимости от ее основных фаз, около которых проставлены числа месяцев, указывающие дни наступления этих фаз. Последовательность смены фаз определяется сплошной зигзагообразной линией, проходящей через знаки фаз; по этой же линии можно определить приближенное склонение Луны в дни, на которые приходятся иные фазы.

Положение знаков планет на карте соответствует дням начала и конца определенных условий видимости планет. Чистый знак планеты означает ее видимость в течение всей ночи;

знаки с зачерненной правой частью обозначают предутреннюю и утреннюю видимость планеты; знаки с зачерненной левой частью — их вечернюю видимость, причем действие каждого знака распространяется до другого знака. Тонкие линии, соединяющие знаки планет, показывают изменение склонения планет за периоды их видимости, а разрывы этих линий соответствуют периодам невидимости планет.

Около обозначений положений радиантов основных метеорных потоков проставлены даты, указывающие дни, в которые особенно желательны наблюдения. Ввиду ограниченного поля карты, на ней не помечены радианты шести довольно обильных потоков, наблюдения которых также весьма желательны. Радианты всех основных метеорных потоков помещены в таблице.

днем он восходит все раньше и в начале июля — уже до полуночи. После стояния 8 августа прямое движение планеты сменяется попятным, и 15 октября наступает ее противостояние с Солнцем. Блеск планеты увеличивается до +0,3 звездной величины. Со второй половины июля до ноября планета видна всю ночь, а в ноябре и декабре — вечером и ночью до своего захода. 22 декабря наступает еще одно стояние планеты, после которого она до конца года перемещается прямым движением по созвездию Рыб.

Кольцо Сатурна имеет очень малое раскрытие, равное 0,100 в начале года, возрастающее до 0,241 к началу августа, уменьшающееся до 0,191 к середине декабря и снова увеличивающееся до 0,195 к концу года.

Вблизи Луны Сатурн будет виден 6 января, 3 февраля, 1 марта, 20 июня, 17 июля, 13 августа, 10 сентября, 7 октября, 3 и 30 ноября и 27 декабря.

Уран весь год находится в созвездии Девы, вблизи его звезд β и η . Со дня своего стояния 4 января и до следующего стояния 2 июня Уран перемещается попятным движением, а затем, до конца года, — прямым движением. Противостояние планеты с Солнцем произойдет 17 марта примерно в 33' восточнее звезды β Девы. 29 марта Уран пройдет в 6' севернее этой звезды (соединение Урана со звездой β Девы). Второе соединение Урана с той же звездой произойдет 3 августа, когда Уран будет находиться всего лишь в 2' севернее нее. Оба соединения доступны наблюдениям в небольшие телескопы.

В январе, феврале, марте и апреле Уран виден всю ночь, в мае, июне, а в южных районах

СССР и в июле — по вечерам до своего захода, который вблизи 1 июня происходит позже 1 часа ночи, а вблизи 1 июля — после 23 часов. В августе, сентябре и первой половине октября Уран не виден.

С начала второй половины октября Уран появляется под утро на восточной стороне небосвода, а в начале ноября — несколько позже 3 часов утра. 13 ноября произойдет соединение Урана с Марсом, который пройдет в 50' севернее Урана. В начале декабря Уран восходит позже 1 часа ночи, а к концу года — уже до полуночи и виден всю вторую половину ночи до рассвета.

Нептун весь год находится в созвездии Весов, вблизи его звезд 32, 33, 35 (ζ) и κ , перемещаясь с начала года до 27 февраля прямым, с 27 февраля до 5 августа — попятным, и с 5 августа до конца года — снова прямым движением.

В январе планета видна под утро, а в феврале и первой половине марта — во второй половине ночи, во второй половине марта, в апреле, мае и июне — всю ночь. Противостояние Нептуна произойдет 15 мая. В июле, августе и сентябре планета видна по вечерам в юго-западной области неба, сравнительно низко над горизонтом. В октябре, ноябре и первой половине декабря планета не видна. С середины декабря Нептун снова появляется под утро в юго-восточной области небосвода.

Наблюдения Урана и Нептуна возможны только в телескопы, в том числе и небольшие.

Помимо девяти больших планет, вокруг Солнца движется свыше 1600 малых планет, небольших тел, в основном неправильной формы, называемых также астероидами. Один из них, зарегистриро-

ванный под номером 1566 и названный Икаром, сблизится 15 июня с Землей до расстояния 6,7 млн км. Этот астероид можно наблюдать только в сильные телескопы. Но сближение Икара с Землей интересно для науки тем, что его можно использовать для решения ряда научных задач. Этому вопросу будет посвящена специальная статья в одном из последующих номеров журнала.

Среди множества звезд есть такие, которые периодически меняют свой блеск в тысячи раз. Три из них можно рекомендовать для наблюдений: это о Кита (Удивительная или Мира), R Гидры и χ Лебеда. На протяжении длительного времени эти звезды настолько слабы, что их можно наблюдать лишь в телескопы. Но периодически блеск их настолько усиливается, что они становятся видимыми невооруженным глазом.

В 1968 г. к 18 августа блеск Мира увеличится до +2,0 звездной величины, т. е. по своему блеску она сравняется со звездами ковша Большой Медведицы, и лица, не знакомые с данным явлением, могут принять ее за новую звезду. Блеск звезды R Гидры к 10 июля возрастет до 4 звездной величины, а блеск χ Лебеда к 10 октября — до 3,3 звездной величины. После указанных дат эти звезды будут постепенно ослабевать и снова надолго исчезнут для невооруженного глаза.

Сведения о двойных звездах опубликованы в журнале «Природа» № 12 за 1964.

Следует обратить внимание на метеорные потоки Персеид, Драконид и Леонид, которые периодически порождали звездные дожди.

М. М. Д а г а е в
Москва



ЛЕТО 1967 ГОДА В СЕВЕРНОМ ПОЛУШАРИИ

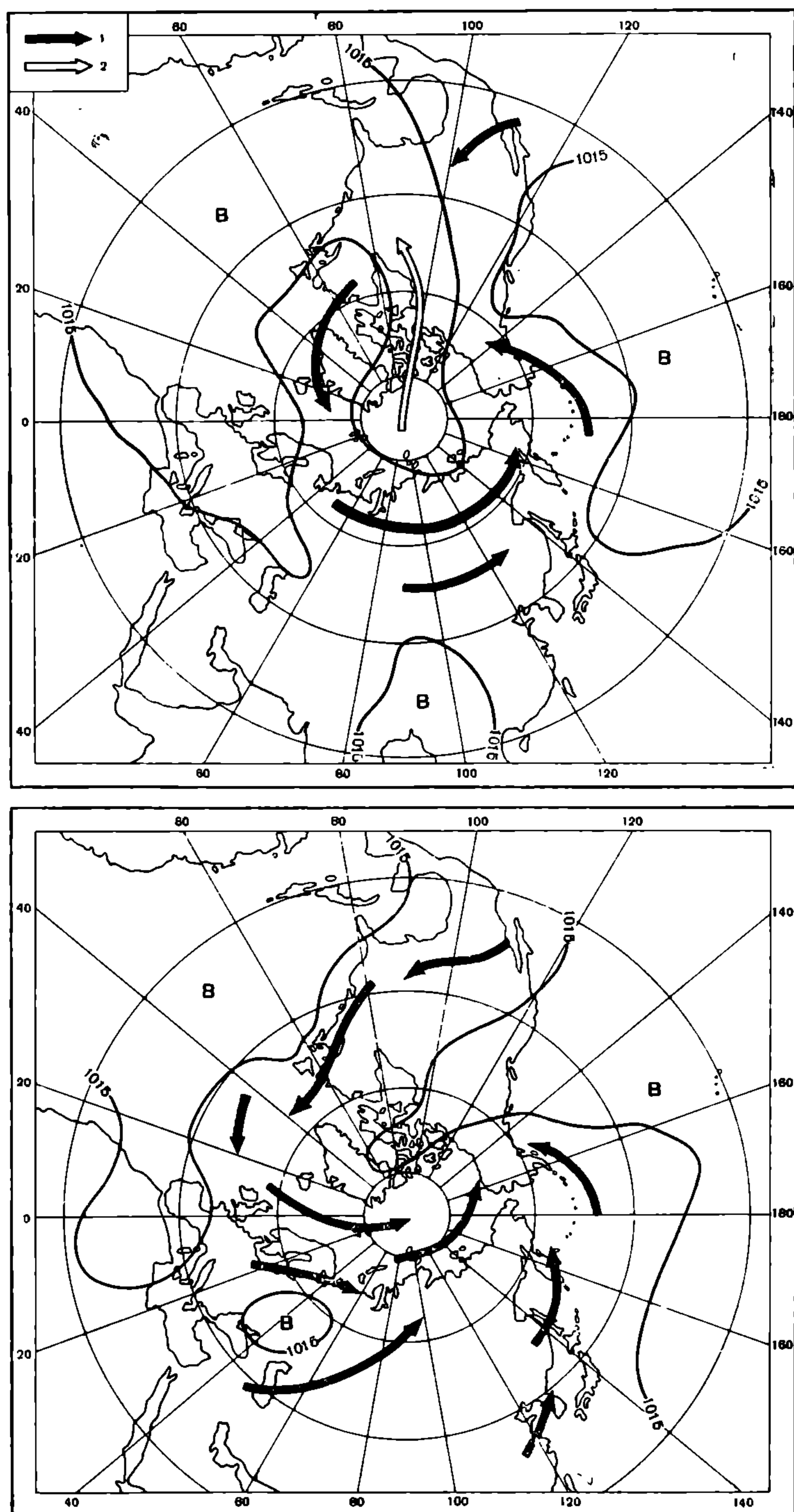
Приближается период максимума солнечной деятельности, поэтому атмосферные процессы нынешним летом развивались на фоне повышенной ее активности. До сих пор еще не совсем ясна связь отдельных явлений на Солнце¹ с конкретными явлениями в земной атмосфере (это, правда, не относится к полярным сияниям и магнитным бурям, для которых такая связь уже доказана). Однако большинство ученых признает, что периодам повышенной солнечной активности в целом соответствует активизация процессов в атмосфере Земли.

Обычно об общем характере атмосферной циркуляции на всем полушарии метеорологи судят по процессам, которые развиваются на среднем уровне тропосферы (изобарическая поверхность 500 мб). В течение всего лета 1967 г. основной центр полярного циклонического вихря имел заметно большую глубину по сравнению со средними многолетними картами. Среднемесячное значение высоты (геопотенциала) изобарической поверхности 500 мб удерживалось на 6—8 декаметров ниже нормы, в отдельные периоды отрицательная аномалия превышала 15, а в третьей декаде августа достигла 40 декаметров.

В то же время положение и интенсивность субтропических антициклонов были близки к норме. Эти два обстоятельства в умеренных широтах обуславливали большую, чем обычно, разность атмосферного давления между полюсом

Два типа синоптических процессов (по Б. Л. Дзердзевскому), преобладавших летом 1967 г. в Северном полушарии. Тип 7-й (*сверху*) характеризуется арктическими вторжениями по одному направлению на Северную Америку. Тип 13-й (*снизу*) характеризуется циклонической деятельностью в районе полюса, гребнем Тихоокеанского антициклона над Канадским архипелагом, а также антициклоном над Европейской территорией Союза. 1 — пути циклона; 2 — пути антициклона; В — малоподвижные области высокого давления

¹ Имеется в виду появление крупных групп пятен, их прохождение через центральный меридиан Солнца и т. д.



и субтропиком (т. е. увеличение барических градиентов) и, как следствие, повышенную интенсивность циркуляции воздушных масс.

Проведенные исследования показали, что в периоды повышенной солнечной активности усиливается не только зональная (в умеренных широтах с запада на восток), но еще в большей степени меридиональная циркуляция (со значительными южными или северными составляющими). О соотношении того и другого вида циркуляции теперь судят по индексам, которые представляют собой отношение среднего барического градиента по параллели, характеризующего интенсивность меридиональной циркуляции (I_m), к среднему барическому градиенту по меридианам, характеризующего зональную циркуляцию (I_s). Если величина этого отношения (I_m/I_s) имеет значение 0,75 и более, то это указывает на преобладание меридиональной циркуляции.

Летом 1967 г. в среднем по всему Северному полушарию в умеренных широтах (35—70° с. ш.) величина этого отношения составляла: в июне — 1,02, в июле — 0,85 и в первой половине августа — 0,97, т. е. заметно преобладали меридиональные процессы. Особенно ярко такая картина была выражена над атлантико-европейским сектором полушария, где отношения I_m/I_s соответственно составляли: 1,05, 1,07 и 1,34.

Это было связано с тем, что устойчивая высотная ложбина, которая располагалась над севером Атлантики, в начале лета была ориентирована от Гренландии к югу, большую часть лета — от Исландии в сторону Азорских островов и к концу сезона — от Гренландского моря к западным берегам Европы. Над Лабрадором же преобладал высотный гребень.

Другая устойчивая высотная ложбина установилась над Охотским морем и удерживалась со второй декады июня до середины августа.

Значительная меридиональность процессов постоянно возникала и в других районах Северного полушария, но там ложбины или гребни были менее устойчивы как по времени, так и по местоположению.

Подобная метеорологическая обстановка определила основные, преобладающие пути приземных барических центров. Циклоны,

возникавшие над Канадой, Лабрадором, Ньюфаундлендом, огибая высотную ложбину над северной Атлантикой (в июне — через Датский пролив и Исландию, в июле и августе — через Норвежское море и Скандинавию), смещались в центральные районы Полярного бассейна.

Второй пучок траекторий, по которым перемещались циклоны, пролегал от Японии на Берингово море. Отдельные циклоны из этого пучка проникали и в центральные районы Полярного бассейна.

Все эти процессы определили преобладание летом 1967 г. в Полярном бассейне повышенной циклонической деятельности. Надо сказать, что антициклогенез вблизи Северного полюса за все лето наблюдался лишь дважды: как продолжение майского процесса 1—5 июня и 23—27 июня. В это время в арктическом воздухе антициклоны формировались в основном у северных берегов Аляски и Канады. Затем в тылу циклонов, возникавших над Канадой, они опускались на центральные провинции Канады, на США и далее, поворачивая на восток, входили в систему Азорского субтропического максимума. Такие процессы над Северной Америкой обусловили преобладание отрицательных аномалий температуры в центральных районах Канады и США, а в июле — засуху в центральных провинциях Канады. Положительные аномалии среднемесячных температур до 6° в Северной Америке наблюдались над Лабрадором вследствие выноса тепла по западной периферии высотного гребня.

В северной половине континента Евразии большую часть лета 1967 г. (исключая первые числа июня и третью декаду августа), наоборот, вторжения арктических антициклонов отсутствовали. Антициклоны формировались в воздушных массах умеренных широт в отроге Азорского максимума (над северной Атлантикой вблизи берегов Европы, над Западной Европой или над Европейской территорией СССР) и смещались в июне в основном на центральные, а в июле и августе — на северные районы Сибири.

Таким образом, летом 1967 г. преобладающими атмосферными процессами в умеренных и высоких широтах Северного полушария оказались: циклоническая деятельность в районе полюса, антициклогенез над Канадским архи-

пелагом и затем вхождение сформировавшихся здесь арктических антициклонов на Северную Америку. Это хорошо видно на климатологических схемах аналогичных синоптических процессов Северного полушария, систематизированных по классификации проф. Б. Л. Дзердзеевского (см. рис.). Многолетние наблюдения показывают, что эти процессы в летние месяцы обычно наблюдаются редко.

В субтропических и тропических широтах Северного полушария атмосферные процессы были близки к нормальным. Летние муссонные дожди в Северной Африке, в Индокитае и Мексике начались, как обычно, в середине мая, но в Индии, несмотря на нормальное развитие муссонной депрессии, — лишь во второй декаде июня.

Следует отметить также несколько более активную, чем обычно, циклоническую деятельность над Средней Азией, югом Сибири и Монголией.

Особенность атмосферных процессов прошедшего лета в умеренных и высоких широтах Северного полушария обусловила преобладание положительных аномалий среднесуточной температуры воздуха в полярной области, в Европе и на севере Сибири и отрицательных — над Канадским архипелагом, центральными районами Северной Америки и над севером Атлантики. Кроме того, положительные аномалии температуры наблюдались, как уже указывалось, над востоком Канады, а в июне также над Аляской, Чукоткой и Камчаткой.

В отдельные периоды происходило нарушение преобладающих процессов, а следовательно, и менялась погода. В первых числах июня, например, из районов Северного полюса сместился к юго-западу на север Европейской территории Союза (ЕТС) антициклон, сформированный в арктическом воздухе. В дальнейшем он слился с отрогом Азорского антициклона. По восточной периферии этой области высокого давления на Европейскую территорию СССР и Западную Сибирь, из районов Карского и Баренцева морей, далеко на юг вторгся холодный арктический воздух, вызвав резкие колебания температуры. Это арктическое вторжение сопровождалось штормовыми порывистыми ветрами, местами до 30 м/сек, а поскольку в мае почва в ряде районов Поволжья, Казахстана, Сред-

ней Азии была сильно иссушена, здесь прошли пыльные бури. Вместе с тем резко понизились температуры воздуха и почвы. Отрицательные аномалии среднесуточных температур воздуха на севере, востоке и юге Европейской территории СССР достигали 10—12°. Заморозки охватили запад Сибири, Урал, северные и центральные области ЕТС, Поволжье, восточную половину Украины, Северный Кавказ. В ночь на 3 июня в Пермской области образовался снежный покров. К 4—5 июня холод дошел до Кавказа. Выпал снег в Кисловодске. 6 июня в предгорных районах Армении были даже заморозки. Такое интенсивное похолодание — явление редкое и происходит не чаще одного раза в 50 лет.

Еще одно вторжение арктического воздуха на Европейскую территорию СССР, вызвавшее кратковременное понижение средних температур (на 2—4° ниже нормы) было зафиксировано в тылу циклона, возникшего 5 августа несколько южнее Калининграда, на атмосферном фронте между сильно прогретым континентальным воздухом над Европейской территорией СССР и прохладным морским воздухом Северной Атлантики. Этот циклон, бурно углубляясь, смещался на север и сопровождался ураганными ветрами. Над Финляндией он развился в высоту и вызвал заток арктического воздуха на Европейскую территорию Союза с Баренцева моря.

Гидрометцентр СССР (Москва)

СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА «ПРИРОДА»

за 1967 год

ФИЛОСОФИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ НАУКИ, НАУЧНАЯ ПУБЛИЦИСТИКА

Академия наук — к юбилею	4	109
Год Октября — пятидесятый	1	3
Кедров Б. М. Ленин об истории науки	4	3
Курсанов Г. А. Нильс Бор и теория познания	1	5
Логвинов В. В., Оганезов К. С. Метод моделей в физике плазмы	4	32
Медали имени М. В. Ломоносова	12	96
Мельников Н. В. Проблемы использования природных ресурсов	9	115
От Комиссии по сохранению и разработке научного наследия Н. И. Вавилова	9	68
Парин В. В. Космос и человечество	11	29
Первая атомная электростанция ГДР	1	118
Подготовка к славному юбилею	1	117
Покшишевский В. В. Безграничен ли рост населения? (Человечество и ресурсы Земли)	1	11
Пропаганда науки и прогресса (Беседа с главным редактором журнала «Wissenschaft und Fortschritt» Рольфом Биркнером)	3	11
Пушкин В. Н. Эвристика и современные науки	7	32
Федоров А. С. Славный путь советской науки	11	3
Яншин А. Л. Наука и книга	11	126

МАТЕМАТИКА, КИБЕРНЕТИКА, БИОНИКА

Бирюков Б. В., Геллер Е. С. Моделирование и нейрокибернетика	4	42
Лившиц В. М. Еще раз о восприятии «золотого сечения»	7	48
Математика и климат	7	109

АСТРОНОМИЯ, КОСМОГОНИЯ, КОСМОЛОГИЯ, АСТРОФИЗИКА, АСТРОНАВТИКА

Антивещественна ли природа метеоров?	8	122
Астрономия искусственных небесных тел	7	108
Баевский Р. М. Физиологические измерения в космическом полете	1	68

«Венера-4» достигла цели (Сообщение ТАСС)	11	26
Владимир Михайлович Комаров (1927—1967)	6 (вклейка)	
Власов Н. А. Антиметеоры и радиоактивность лунной поверхности	2	85
Воробьев Г. Г. Происхождение тектитов. Проблему помогут решить полеты в космос	8	94
Гневашев М. Н., Никольский Г. М., Саванов А. А. Самый большой внезатменный коронограф	6	71
Гурштейн А. А. Поверхностный слой Луны	6	3
Гусятинский И. А. Радиосвязь через «Молнию-1»	6	116
Давыдов Д. В. Гало на Луне? («Блики» на лунной панораме)	1	76
Дагаев М. М. Полное лунное затмение	3	114
Дагаев М. М. Полное лунное затмение	9	118
Дагаев М. М. Звездный дождь Леонид	11	127
Дагаев М. М. Основные астрономические явления в 1968 году	12	110
Двухметровый телескоп ЦЕЙСа	12	100
Двухслойная модель атмосферы Венеры	11	120
Добровольский С. П. Происхождение тектитов. Лунная гипотеза	8	88
Звезда формируется	5	112
Зверев М. С. Фундаментальная астрометрия и Чилийская экспедиция	9	26
Иванов О. К. Каменный метеорит Северный Колчим	3	63
Какова плотность вещества в Галактике	7	110
Кардышевский К. Пыль на орбите Луны	8	104
Кварки в космических лучах	3	121
Кварки на Солнце	7	108
Козлов В. В., Сулиди-Кондратьев Е. Д. Селенотектоника	10	47
Колесник И. Г., Франк-Каменецкий Д. А. Новое о загадочных звездах типа Тельца	3	115
Кометы приходят и кометы уходят	10	124
Крошкин М. Г., Зайцев Ю. И. Десять лет космических исследований	10	2
Кукаркин Б. В. Важный этап в изучении космоса. Астрономия и «Луна-13»	2 (вклейка)	
Липский Ю. Н. Что мы знали раньше о планете Венера	11	26
Механизм радионалучения квазаров	11	118
Мирошниченко Л. И. Обнаружен межзвездный дейтерий	1	119

Цифры слева означают номера журналов; цифры справа — номера страниц.

Мирошниченко Л. И. Загадки космоса — ближнего и дальнего	7	115	Бомбардировка урана электронами	11	117
Мустель Э. Р. Солнечный ветер и межпланетные магнитные поля	7	13	Геллер Б. А. Водородный обмен и протонный резонанс	8	113
Насколько опасен вакуум?	10	118	Герштейн С. С., Логунов А. А., Суляев Р. М. Самый мощный в мире ускоритель	11	12
Невесомость и пожары в космосе	4	116	Держачева Л. Д. Жидкостные лазеры	8	60
Новые квазары	8	119	Дмитриев М. Т. Природа шаровой молнии	6	98
Образование миров	8	123	Дорфман Я. Г. Физика великого пятидесятилетия (Из истории советской физики)	1	24
Первая в мире автоматическая стыковка и расстыковка космических аппаратов (Из сообщений ТАСС)	11	27	Завойский Е. К. Электронный парамагнитный резонанс	8	2
Пикильнер С. Б., Лившиц М. А. Солнечные пятна	12	8	Зеркальный электронный микроскоп	9	120
Покровский Г. И. Метеориты в океане	4	124	Каганов М. И. Гелий продолжает удивлять	3	11
Проник И. И., Боярчук А. А., Гершберг Р. Е., Проник В. И. Крупнейший советский телескоп — в строю	11	80	Конкурент радара	2	114
Псковский Ю. П. Метеоритные спутники	8	105	Компанеев А. С. Механика и подобие	5	9
Рассказывает «Луна-13»	2 (вклейка)		Костин В. В., Мурина Т. М. Оптический излучатель на кристаллах CaF_2 : Dy^{2+}	10	112
Реликтовое нейтрино	7	124	Лазерная телесвязь	8	120
Родионова Ж. Ф., Шингарева К. Б. Еще 150 названий на обратной стороне Луны	1	73	Лазер — предсказатель землетрясений	8	120
Розенберг Г. В., Малкевич М. С., Касаткин А. М., Зайцев Ю. И. Космическая стрела исследует атмосферу	9	69	Липидус Л. И. Исаак Яковлевич Померанчук (К годовщине со дня смерти)	12	51
Саган С. Е., Липпинкотт Е. Р., Дэйхофф М. О., Экк Р. В. Органические молекулы и окраска Юпитера	9	73	Левшин В. Л. Успехи люминесценции и ее применение	9	2
Сколько живут квазары	11	118	Линотрон	11	119
Смирнов Ю. Н. Протон-1 и Протон-2 исследуют космические лучи	11	116	Магнитный сепаратор изотопов	3	115
Смирнов Ю. Н. Квазары и квазаги «откровенничают».	12	98	Мирошниченко Л. И. Новое проявление резонанса?	1	111
Соботович Э. В. Происхождение тектитов. Лунное или кометное вещество?	8	90	Можно ли обнаружить гравитационные волны	11	119
Солнечные частицы внутри радиационных поясов Земли	4	109	Моисеев А. И., Угольников Т. А. Гибкий сверхпроводник из сплава ниобия	7	105
Ультрафиолетовое излучение межгалактического газа	11	119	На пути к управляемой термоядерной реакции	2	115
Успехи общей селенологии	6	122	Новая роль лазера	12	103
Филимоненко И. С., Дзержевский Б. Л. Влияют ли метеорные потоки и искусственные спутники на погоду?	5	95	Новый метод детектирования заряженных частиц	11	120
Флоренский К. П. Могут ли тектиты образоваться на Луне?	8	92	Новый источник миллиметровых волн	9	119
Хазен И. М., Космолинский Ф. П. Вопросы медицины — авиационной и космической (На XV Международном конгрессе в Праге)	3	76	О космотроне	8	119
Харитонов А. В. Звезды-стандарты	3	64	Орановский В. Е. Полупроводники излучают свет	8	15
Ходак Ю. А. Структурно-геологическая карта Луны	12	97	Открыта новая частица	2	113
Чучкин В. Г. Спиральная оранжевая Юрьев З. И. Квантовый генератор в космосе	10	58	Поздняков Б. С. Атомная энергетика	10	28
	2	72	Полупроводники из органических материалов	12	102

ФИЗИКА

Архипов Р. Г., Ицкевич Е. С., Лизтер А. И., Попова С. В. Твердое тело при высоких давлениях	2	83	Пониловский З. Л. Новый способ получения сверхнизких температур	10	72
Аскарьян Г. А. Лазеры и связь	8	113	Прибор для измерения содержания воды в твердых и жидких телах	2	118
Атомарный мюоний в химически инертных веществах	11	118	Редкая форма алмазов — в лаборатории	10	114
Багдасаров Х. С. Лазер на гагарините	9	117	Райнес Фр., Сэллшоп Дж. П. Ф. Нейтрино, рожденные в атмосфере и вне ее	2	32
Басов Н. Г. Лазеры в физических исследованиях	10	17	Рубиновый «холодильник»	7	107
			Сверхпроводящие ферромагнетики	9	120
			Скорость света в микромире	12	103
			Смирнов Ю. Н. Гелий вблизи абсолютного нуля	10	70
			«Спиновые волны» в калии и натрии	9	119
			Транзисторный годоскоп	10	116
			Филлипов Е. М., Варварин Г. Б., Кузнецов Г. А. Локатор плотности	6	115
			Флеров Г. Н., Кузнецов В. И. Самый тяжелый атом	11	36

Хорошков В. С. Электростатический генератор	7	43
Чувило И. В. Создатель мощных ускорителей (60 лет со дня рождения академика В. И. Векслера)	3	80
Электроплавка стекла	8	120
Электронные «очки»	1	120

БИОФИЗИКА

Альбринг В., Гладков Н. А. Механика и живые существа	7	58
Бабушкин Г. М. Инфракрасные лучи и поведение животных	7	66
Воронов В. Г. Каланы и цунами	8	70
Горшков С. И., Горбунов О. Н. Биологическое действие ультразвука	2	27
«Днем с огнем» (ловля рыбы на свет)	10	114
Жизнь и магнетизм	7	125
Курапова О. А. Совещание по проблемам биофизики	9	116
Сверхслабое свечение плазмы крови	11	122
Туманов И. И. Влияние уличного освещения на листву	5	122
Электронный мозг в клинике	10	115
Якоби В. Э. Влияет ли радар на птиц	5	114

ГЕОФИЗИКА

Арабаджи В. И. Акустика водопадов	4	106
Заморский А. Д., Мартыанов С. П. Гало в Челябинской области	2	111
История гидросферы	10	125
Кириллова И. В. Разрушительные землетрясения в Турции	5	53
Купецкий В. Н. Тепло арктических полярных льдов	7	82
Ледяной покров и гравитация	9	119
Лобанов И. Н. Знаки ряби	5	57
Люстих Е. Н. Загадки глубоких недр Земли	12	14
Мамаев О. И. Вращение Земли и морские течения	3	47
Новый подводный вулкан	3	118
Палиенко Э. Т. Как поймать «ископаемый ветер»	4	113
Покровский Г. И. Взрыв в Медео. Физические проблемы	2	43
Ромашов А. Н., Родионов В. Н. Взрыв в Медео. Исследования и результаты	2	46
Рыбин А. И. Сжимается или расширяется Земля? (Происхождение океанических впадин)	4	50
Ультразвуковой эхолот	5	114

ХИМИЯ

Абрамов В. С. Академику А. Е. Арбузову девяносто лет	9	98
Алексахин Р. М. Лед и химические процессы	3	117
Атомные «детективы»	3	79
Бондарь И. А. Искусственные кристаллы иттрия и эрбия	8	114
Будников П. П. Прозрачный керамический материал	6	117

В поисках новых реакций	10	124
Дашевский В. Г. Конформации органических молекул	9	38
Ионы кислорода и 102-й элемент	11	117
«Карманный» опреснитель	5	117
Кислород из двуокиси углерода	5	118
Консервация чистого озона	8	121
Кузнецов В. И., Вонский Е. В., Солодкин Л. С., Северный В. В. В мире больших молекул (Развитие химии высокомолекулярных соединений)	3	3
Математические модели в химии	7	124
Металлоатраны	8	117
Необычный синтез углеводов	11	121
Перельман Ф. М. Полимеризованные фосфаты	7	68
Полак Л. С., Гуляев Г. В., Щипачев В. С. Химия плазмы	7	24
Смирнов Ю. Н. Новое о радиоактивных изотопах гелия	10	114
Стойкость органокерамики	5	111
Чистота воздуха и бензин	7	109
Шантарович В. П. Химия новых атомов	6	59
Шкурко Н. В. Первенец советской химической науки	10	90
Ямпольский П. А. Химические реакции в ударных волнах	6	54

БИОХИМИЯ

Белок из природного газа	3	116
Гетероциклические стероиды — физиологически активные вещества	8	121
Гладилин К. Л., Орловский А. Ф. Новое о рибонуклеазе	10	77
Изучение сточных вод	10	115
Кетоальдегиды и клеточное деление	8	119
Катковский С. Б., Стекольников Л. И. Биологически активные вещества эпифиза	7	74
Кирюшкин А. А. Определение первичной структуры белков	7	104
Николаев Л. А. Модели биологических катализаторов	1	47
Новые антибиотики — аминокислоты	8	119
Новый способ санации минеральной воды	3	93
Орловский А. Ф., Гладилин К. Л. Реконструкция молекулы гемоглобина	5	113
Регуляция синтеза информационных РНК	9	119
Селенсодержащие аминокислоты	7	111
Строение яда рыбы	10	117
Токсичность нитратов	11	123
Энгельгардт В. А. Молекулярная биология	7	2

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

Бытовский Б. Е., Банников А. Г. Международная биологическая программа	5	34
Иерусалимский Н. Д. Биологический синтез и проблема питания человечества	9	19
Мандель Леоп., Травничек Иржи. Гнотобиология в Чехословакии	7	70
Матвеев Б. С. Прогресс и регресс в эволюции	5	71

Микулинский С. Р. Основные особенности развития биологии в СССР	4	11
Сахаров Д. А. Симпозиум по нейробиологии беспозвоночных	12	96
Тимофеев-Ресовский Н. В., Воронов А. Г. Проблемы биогеоценологии	5	66
Шварц С. С. Стратегия жизни	8	30

ЦИТОЛОГИЯ, ЭМБРИОЛОГИЯ

Бузников А. Г. Низкомолекулярные регуляторы процессов эмбрионального развития	4	20
Гладилин К. Л., Орловский А. Ф., Ротенберг Л. Л. Новая модель строения мембран	8	116
Кабанов В. В. Клетка и избыток ионов	7	106

ФИЗИОЛОГИЯ

Асратян Э. А. Условные рефлексы—классические и инструментальные	3	19
Дмитриев Н. И. У кого тяжелее мозг?	2	127
Интеллект ученых Кембриджа	5	113
Парин В. В., Григорян Н. А. Александр Филиппович Самойлов	8	82
Проблема лабораторных животных	7	109
Рутман Э. М. Возможно ли обучение во сне	2	116

ГЕНЕТИКА

Астауров Б. Л. «За выдающийся научный вклад в генетику» (Кимберовская премия — советскому ученому)	6	113
Бочков Н. П. Наследственность и патология человека	7	100
Верейская В. Н. Полиплоидная лягушка	9	74
Знаменский Ю. П. Путешествие в глубины живого	8 (вклейка)	
Меерсон Ф. З. Генетический аппарат и функция клетки	5	14
Рыжков В. Л. Пестролистность растений	12	2
Структура валиновой транспортной РНК	11	121
Теория инактивации ДНК	11	122
Цыцугина В. Г. Кариотипы черноморских рыб	10	114

ЗООЛОГИЯ

Алиев Ф. Ф. Одичавшие лошади	2	97
Ардамацкая Т. Б. Грачи-хищники	6	127
Аркадьева М. П. Пропавшие верблюды	10	128
Балбышев И. Н. Птицы культурного ландшафта. В суровую зиму	1	124
Банников А. Г., Жирнов Л. В., Лебедева Л. С. О туранском тигре	6	119
Белая горилла	7	110
Близнецы-гориллы	9	127
Богарада А. П. Насекомые против насекомых	6	76
Будун А. С. Зубры в Северной Осетии	5	107
Велижанин А. Г. Новый вид тюленя	7	76
Гаранин В. И. Забота о потомстве у остромордой лягушки	12	62
Голенченко А. П. Гости из Арктики	4	68

Гржимек Б. Слоны живут рядом	3	102
Дежкин В. В. Существует ли «бобровая угроза»?	3	94
Дроздов Н. Н. Как гекконы удерживаются на потолке	5	108
Дроздов Н. Н. Стреляющие ядом	10	87
Жаров О., Митейко В. Пеликаны в Прибайкалье	10	126
Журавель П. А. Обогащение пресных водоемов Крыма	12	42
Зорина И. П. Жемчуг	6	64
Ивашин М. В. Кит-путешественник	8	105
Керамические птичьи домики	10	117
Кольчатая горлица — в Сумах	3	120
Красновидова С. С. Непрошенная лаборантка	1	127
Кривицкий И. А. Редкие гости степей	10	126
Лебедева Л. С. Павлин пасет коз	7	117
Миноранский В. А. Ласточкино гнездо в цистерне	2	128
Миноранский В. А. Трясогузка в автобусе	2	127
Никаноров Ю. И. Угорь в озере Селигер	10	89
Нефть и защита животных	8	120
Носаль А. Д. Чир в прудах Украины	7	116
Петрушкевич В. С. Виноградная улитка под Курском	12	62
Полутов И. А. Фараон	1	72
Птицы культурного ландшафта. Вслед за человеком	1	125
Пузанов И. И. Встреча зоогеографов (Четвертая зоогеографическая конференция)	2	94
Разведение верблюдов в МНР	10	116
Рождение окапи в неволе	8	127
Рысь на западе СССР	11	123
Самусенко Э. Г. Бобры в Белоруссии	3	101
Смирнов П. Н. Новоселы на реке Рыбнице	3	100
Сорокалетие ондатроводства	3	121
Степанян Л. С. В чужом гнезде	2	79
Сысоев В. П. Гималайский медведь	3	73
Тарасов Б. Н. Упрямый муравей	1	128
Третьяк Г. М. Лесной муравей — против колорадского жука	12	62
Чепурнов А. В., Овчинников В. В. Скорости плавания морских животных	4	59
Шаллер Д. Б. Год под знаком горилл	4	90
Шапошников Е. Д. Лошадь вернулась	4	127
Шишкин И. Б. Тигр и человек	5	99
Юкнявичюс Л. К. Гнездо из проволоки	7	122
Юра Чеслав. Тихоходки	10	83

БОТАНИКА, РАСТЕНИЕВОДСТВО, ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Асфальтовая агротехника	7	110
Бабаев Т. А. Янтарная кислота и урожайность	8	69
Баев С. Я. Женьшень в Теберде	4	64
Байков Ф. Я. Левкой меняют цвет	2	112
Бианки В. В. Грибы и ягоды в Канда-лакшских лесах	7	127
Бородина Н. А., Некрасов В. И. В лесах Средней Азии	1	106
Бородина Н. А. Арборетум Млыняны	9	91
Владимиров С. В., Норец М. А. Почему лист зеленый... Это случайность?	9	102

<i>Габриелян Л.</i> Дуб-великан	4	108
<i>Гайворонская Л. С.</i> Сады на севере . .	9	125
Гиббереллин и рост саженцев дуба . . .	4	116
Главный показатель жизни растений (Опыт определения скорости возник- новения энтропии)	1	112
<i>Гольдин И. Л.</i> Липа мелколистная в Тульских засеках	8	124
Гоммоз хлопчатника побежден	10	113
<i>Горышина Т. К.</i> Как растения реаги- руют на приближение дождя?	8	127
<i>Гулисашвили В. Э.</i> Каптан на Кавказе	4	66
<i>Джалалов Адил.</i> Новый источник стро- фантина	4	107
<i>Долгошов В. И.</i> Особенности плодоно- шения лесной земляники	6	124
<i>Долгошов В. И.</i> Урожайность лесных плодово-ягодных растений	7	126
<i>Долгошов В. И.</i> Географические особен- ности плодоношения дуба	10	126
Забота о лесах Болгарии	10	116
<i>Загородний Л. С.</i> Топинамбур — деше- вый корм для скота	1	89
Кислород препятствует фотосинтезу .	5	112
<i>Колынько В. Ю.</i> И снова — хлорелла	10	119
<i>Колыченко Н. В.</i> В бассейне Баскунчака	9	83
<i>Крыжановский Г. Д.</i> Чайот, или мекси- канский огурец	6	112
<i>Курсанов А. Л.</i> Перемещение ассимиля- тов	8	23
Испытание советских препаратов (для борьбы с вредителями сельскохозяй- ственных растений)	10	116
<i>Лауренко Е. М., Марков К. К.</i> Влади- мир Николаевич Сукачев	6	44
<i>Маркин Б. М., Денисова А., Попова Т.</i> Редкий случай кольчатой мозаично- сти	1	56
<i>Муринсон Б. Ю.</i> Фейхоа	3	52
<i>Напалков Н. В., Хасанкаев Ч. С.</i> Цвете- ние и плодоношение акации белой	6	126
<i>Напалков Н. В.</i> Декоративные деревья и кустарники Казани	9	126
<i>Некипелов М. И.</i> Раннее плодоношение кедра	9	114
<i>Некрасов В. И., Плотникова Л. С.</i> За растениями на Сахалин и Курилы	2	98
<i>Несмелов Л. В.</i> Древнейший сосновый лес	3	12
<i>Ничипорович А. А.</i> Биологическое зна- чение зеленого цвета хлорофилла	9	111
<i>Ничипорович А. А.</i> Фотосинтез	6	33
<i>Онищенко С. К.</i> Платтации тополей .	4	67
Польдеры Голландии	5	110
<i>Попов И. Т.</i> Ель тянь-шаньская в горах Саура	5	106
<i>Попов М.</i> Действие антибиотиков на ра- стения	2	74
<i>Преснякова М. А.</i> Прекрасное расте- ние весны	4	125
<i>Семененко В. Е., Владимирова М. Г.,</i> <i>Клячко-Гурвич Г. Л., Райков Н. И.</i> Управление биосинтезом хлореллы	8	116
<i>Семизатова Н. Б.</i> На берегах Деркула (Уральская сельскохозяйственная опытная станция)	3	88
Стойкость хлореллы	11	122
<i>Столяров С. С.</i> Рациональное исполь- зование водоемов	9	77

<i>Цицин Н. В.</i> Создание новых форм и видов зерновых растений	12	45
<i>Шарлемань Н. В.</i> Новое о взаимоотно- шении птиц и растений	4	126

РАДИОБИОЛОГИЯ

Защита половых клеток от радиацион- ных повреждений	6	123
<i>Кузин А. М.</i> Развитие радиобиологии в СССР	6	16

ГЕОЛОГИЯ, МИНЕРАЛОГИЯ, ГИДРОГЕОЛОГИЯ

<i>Азошков А. К., Салтыковский А. Я.</i> Ученые штурмуют верхнюю ман- тию Земли	4	110
<i>Александров А. А.</i> Подмосковная нефть	8	115
<i>Брызгалова С. П., Кац Я. Г., Крятов</i> <i>Б. М.</i> Железо Африки	7	80
Буровые эскадры выходят в море . . .	8	118
<i>Быков А. Д.</i> Каприз природы	6	127
<i>Быков А. Д.</i> Сколько лет минералу? . .	2	107
<i>Войтович В. С.</i> Новейшие горизонталь- ные движения земной коры	8	63
<i>Дружинин И. П.</i> Медь Джезказгана	3	70
<i>Иванчук П. П.</i> Гидровулканизм . . .	7	49
<i>Имшенецкий А. И., Клейнер Ю. М.</i> Ос- воение Мангышлака. Полуостров сокровищ	12	31
<i>Каظمин В. Г., Кац Я. Г., Сулиди-Конд- ратьев Е. Д.</i> Актуальные пробле- мы геологии Кавказа	2	117
<i>Карапетян С. Г.</i> Уникальные разно- видности обсидиана	6	111
<i>Лопатин С. В.</i> Самородки Бируни . .	5	106
<i>Перчик А. И.</i> Глубина — 15 000 мет- ров!	6	77
Редкие образцы камней и минералов	3	118
<i>Серебрянный Л. Р.</i> Исследование нового вулканического острова	7	107
<i>Сулиди-Кондратьев Е. Д., Козлов В. В.</i> Без белых пятен (Геологическая кар- та Советского Союза)	2	53
<i>Суликозов В. Е.</i> Тектоника и магма- тизм	4	114
<i>Тугаринов А. И.</i> Геохронология докем- брийских формаций	10	118
<i>Флоренсов Н. А.</i> Байкал — центр но- вых научных поисков	8	107

ГЕОХИМИЯ

<i>Брандт С. Б.</i> Радиоактивный масштаб времени	9	12
<i>Коновалов И. И.</i> Тамбуканское озеро	10	74
Обсуждаются проблемы геохимии и кос- мической химии	10	115
<i>Парфенов Е. И.</i> VIII Польшовские чте- ния	6	118
<i>Перельман А. И.</i> Геохимия пустынь Со- ветского Союза	5	24
<i>Тугаринов А. И.</i> Геохимическая эво- люция Земли	11	46

ГЕОГРАФИЯ, ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПРИРОДЫ

<i>Антонцов В. С.</i> Мнимая земля в Арктике	12	61
--	----	----

<i>Артемьев А. В., Сафронов Д. С.</i> Многолетние ледяные паледы	1	123
<i>Балакирев Е. К.</i> Самый солнечный край (Туркмения)	7	127
<i>Барков Н. И.</i> 77-метровый ледяной керн	12	99
<i>Бесплюзовый Панамский канал</i>	12	103
<i>Борисов П. М.</i> Можно ли управлять климатом Арктики?	12	63
<i>Борсук О. А., Симонов Ю. Г.</i> Галька — источник информации	3	68
<i>Вазтина Т. В., Зырянов В. А.</i> Мичурин Л. Н., Павлов Б. М. 250 000 диких оленей на Таймыре	9	88
<i>Вейсман А. Д.</i> Из истории озера Эльтон	7	98
<i>Восстановление разрушенных земель</i>	3	122
<i>Гвоздецкий Н. А.</i> Глубочайшие карстовые пропасти и крупнейшие пещеры мира	9	113
<i>Горы и климат Земли</i>	5	109
<i>Демидович Ю. А.</i> Европейская водная магистраль	12	101
<i>Дзено-Литовский А. И.</i> Соляной карст	1	85
<i>Карасик Г. Я.</i> Гидрологи на Амазонке	8	114
<i>Катасонов Е. М.</i> Льды в морских отложениях	6	107
<i>Кислова Т. А.</i> На болгарской земле	4	87
<i>Крутыпорох Ф. И., Треус В. Д.</i> Аскания-Нова	12	74
<i>Кунин В. Н.</i> Что произойдет с нашими внутренними морями? (Каспий, Арал и проблемы орошения)	1	36
<i>Куплянин Ю. В.</i> По национальным паркам Уганды	6	81
<i>«Ландшафтные» карты мира</i>	3	119
<i>Лаппо Г. М.</i> Совещание по географии населения	5	117
<i>Либман Э. П.</i> Край жемчужных рек	4	102
<i>Литвинов Н. И.</i> Остров Ольхон	1	101
<i>Марков К. К.</i> Аляска (Путевые впечатления географа)	5	86
<i>Марков К. К.</i> Сорокалетие Комиссии по изучению четвертичного периода	6	53
<i>Мильков Ф. Н.</i> Овраги в лесах	3	127
<i>Нагибин В. С.</i> Канал Неман—Днепр. Национальный атлас Болгарии	4	110
<i>Несмеянов С. А., Федоренко В. А.</i> Сколько лет Сыр-Дарье?	9	86
<i>Нечаев В. А., Юдаков А. Г.</i> На островах залива Петра Великого	5	60
<i>Онищенко Б. А.</i> Современный ледник в верховьях реки Чукчи	4	57
<i>Преображенский В. С.</i> Новые вехи советской физической географии	8	51
<i>Пятышева Н. В.</i> На горе Караул-Оба	6	94
<i>Родоман Б. Б.</i> Организованная антропосфера	3	25
<i>Родин Л. Е.</i> Тропический лес	8	73
<i>Ругузов И. А.</i> «Вечная мералота» в районе Железноводска	8	115
<i>Русанов Ф. Н.</i> Озеленение Мангышлака	12	35
<i>Рябухин Г. Е.</i> В жарком Кувейте	2	102
<i>Сафаров И. С.</i> Особенности растительности Кяпаза	2	77
<i>Серебрянный Л. Р.</i> Когда растаяли льды на Русской равнине?	3	53
<i>30 000-километровое путешествие</i>	8	120
<i>Турбины на «небесных реках»</i>	12	101

<i>Феденко Н. В.</i> Карст — народному хозяйству	4	70
<i>Федоров Н. Н.</i> Художник — природа	1	110
<i>Финн Э. А.</i> Как был открыт «полкус холода»	7	85

МЕТЕОРОЛОГИЯ, КАЛЕНДАРЬ ПРИРОДЫ

<i>Авсаламов В. С.</i> Камчатка — страна циклонов	12	40
<i>Батяева Т. Ф., Минина Л. С.</i> Тайфуны и ураганы 1966 года	2	64
<i>Батяева Т. Ф., Черкасская В. М.</i> Зима 1966—1967 года в Северном полушарии	5	123
<i>Батяева Т. Ф., Черкасская В. М.</i> Весна 1967 года в Северном полушарии	8	125
<i>В Арктику пришла весна</i>	5	126
<i>Власова В. Г.</i> К предсказанию даты наступления лета	6	127
<i>Йогансон В. Е.</i> Причина катастрофы в Италии	2	113
<i>Метеорологический буй</i>	2	117
<i>Назаров А. А.</i> Весна и осень в лесотундре	6	125
<i>Петровский Ю. С.</i> Лето 1967 года в Северном полушарии	12	114
<i>Погода в Высоких Татрах</i>	3	116
<i>Сидоченко Т. В., Федорова Т. Б.</i> Осень 1966 года в Северном полушарии	2	122
<i>Фролов В. Я.</i> Холодные весны на Северном Кавказе	3	127

ОКЕАНОЛОГИЯ, ГИДРОБИОЛОГИЯ

<i>Акула и человек</i>	4	115
<i>Аллас К. Э.</i> Новая родина сибирского осетра	10	119
<i>Богоров В. Г.</i> Продуктивные районы океана	10	40
<i>Белая Н. В., Саидова Х. М.</i> Фораминиферовые пояса Мирового океана	1	117
<i>Драмбянц С. П.</i> 50-й годовщине посвящается	6	118
<i>Зенкевич Л. А.</i> 39-й рейс	2	14
<i>Зенкевич Л. А., Осокин С. Д.</i> Советский вклад в науку об океане	11	90
<i>Зубков А. Е.</i> Волны моря	3	36
<i>Китайгородский С. А., Монин А. С., Самойленко В. С.</i> Взаимодействие океана и атмосферы	12	23
<i>Корабельников Л. В.</i> Кит-альбинос	10	119
<i>Корт В. Г.</i> «Витязь» в Тихом океане (38-й рейс «корабля науки»)	1	57
<i>Кузнецов А. П.</i> Биологическая станция в Эльсиноре	4	74
<i>«Медуза-1»</i>	12	102
<i>Мидии Керченского района</i>	11	123
<i>Мокиевский О. Б.</i> XI Тихоокеанский научный конгресс	2	116
<i>Мокиевский О. Б.</i> В стране морских берегов	12	88
<i>Московский океанарий</i>	11	123
<i>Никольский Г. В.</i> Советская гидробиология и ихтиология	8	43
<i>Органический углерод океана</i>	11	121
<i>Перваков И. Л.</i> Создание секции криоокеанологии	9	117
<i>Попов Л. А.</i> Снова на льдине	11	112
<i>Проект польского батискафа</i>	1	122

Сорокин Ю. И. Гек-Гель — модель Черного моря	8	66
Ускользающие берега	1	121
Чернов А. А., Самарин В. Г. «Звезды глубин»	1	120
Чернов А. А. «Колонизация глубин»	2	115
Чернов А. А. Прозрачные станции (Интересные проекты глубоководных лабораторий)	3	118

АНТРОПОЛОГИЯ, ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, АРХЕОЛОГИЯ

Ангелов Е. В., Нестурх М. Ф. Homo habilis, или «человек умелый»	4	47
Анохин Г. И. Последние номады Западной Европы	1	91
Быков А. Д. Дельфины на монетах	9	127
Верещагин Н. К., Захаренко Л. В. Следы, которым миллионы лет	12	99
Винокур И. С., Хотюн Г. Н. Амулет из челюсти леопарда	4	127
Встреча палеолимнологов	7	105
Гуляев В. И. Неизвестные колумбы	5	42
Датирование древних стекол	4	114
Клетки мумии	6	117
Очев В. Г., Шишкин М. А. Кладбище древних земноводных в Оренбуржье	1	79
Рыбин А. Я. Атлантида в Средиземном море	1	118

МЕДИЦИНА

Бароян О. В. Победа над эпидемиями	11	60
Болгаров Н. П. Лекарства из хвои	6	74
Васильев Ю. М., Самойлов В. И. Онкологи — лауреаты Нобелевской премии 1966 года	4	111
Влияние искусственной почки	10	115
Группа крови и рак желудка	8	118
Коновалов И. И. Распространение минеральной воды	1	127
Коновалов И. И. Новый способ санации минеральной воды	3	93
Массаев К. В. Протез вместо сердца	5	115
Петрищева П. А. Борьба с очагами болезней в лесу	11	72
Победа над полиомиелитом	1	122
Подколзин А. А. Аллергия и аутоаллергия	6	24
Частота болезни Дауна	4	111
Цинк при ранении	10	117

МИКРОБИОЛОГИЯ

«Бумажный фактор»	4	124
Ершов Ф. И. На границе жизни (Новый кинофильм о вирусах и вирусологах)	4	117
Культиватор микроорганизмов	9	118
Полусинтетический пенициллин	4	110
Фениксова Р. В., Тиунова Н. А. Целлюлаза микроорганизмов	12	102
Чеснок вместо антибиотиков	4	112

ОХРАНА ПРИРОДЫ

Банников А. Г. Генеральная ассамблея Международного союза охраны природы	2	89
Банников А. Г., Дроздов Н. Н. Ядовитые змеи в опасности	4	80

Гржимек Б. Мужество по сходной цене (уничтожение фауны в Африке)	12	80
Иноземцев А. А. Международный лагерь по охране природы	7	111
Охрана природы Африки	7	105
Соколов Г. А. Создать заповедник на берегу Енисейского моря	10	106
Успенский С. М. Белый медведь должен жить	2	81
Штернов П. Н. Охрана вод от загрязнения	5	116
Штильмарк Ф. Р. Забота о природе Приамурья	8	97

ИСТОРИЯ НАУКИ, МЕМУАРЫ

Андреев Н. Н. Мои встречи с Фридманом	6	88
Бляхер Л. Я., Зенкевич Л. А., Федосеев И. А. Конгресс по истории океанографии	5	118
Гвоздецкий Н. А. Яркая жизнь (Н. М. Альбов — выдающийся исследователь Кавказа и Огненной Земли). Из писем Альбова к родным	1	96
Из дневников В. И. Вернадского (поислотительный текст и примечания И. И. Мочалова)	10	97; 12 55
Из истории советской науки (публикации Архива АН СССР): Академия наук и Советская власть (11 10); Начало атомных исследований (11 33); Новый метод исследования вещества (11 45); Новый этап в геохимии (11 59); Советский вклад в биологию (11 70); Вехи электрификации (11 89); Ученые — народному хозяйству (11 101); Освоение Севера (11 110)		
Историческая анкета В. И. Вернадского	9	95
Кишкин Л. С. Природа в эскизах	5	127
Либман Э. П. За сибирским висмутом	3	61
Маркин В. А. Жизнь, отданная науке (о Н. А. Северцове)	7	89
Мусабеков Ю. С. Основатель структурной химии (Об А. М. Бутлерове)	5	79
Николай Иванович Вавилов	9	47
Майсурия Н. А. Выдающийся ученый нашего времени (48); Бахтеев Ф. Х. О моем учителе (54); Поповский М. А. Мёллер о Вавилове (62)		
Остроумов Б. А., Владимиров С. В. Первые шаги советского радио. Письма и телеграммы В. И. Ленина	5	3
Рождение Рентгенологического института (Вступление акад. Н. Н. Семенова, комментарий Ю. Я. Власова, Р. Д. Кузнецовой)	11	102
Смирнов Ю. Н. Редкая фотография	11	28
Столетие Марии Склодовской-Кюри	7	108
Федчук И. П. По следам одной фотографии	7	112
Цинзерлинг Е. В. Ферсман, каким я его знала	8	99

БИБЛИОГРАФИЯ

Адамеску А. А. Республика солнца и гор (А. А. Аслания и др. Армения)	12	105
Банников А. Г. (В. А. Чичварин. Международные соглашения по охране природы)	10	109
Бокарев В. А. Природа информации (Н. И. Жуков. Информация. Фило-		

софский анализ информации — центрального понятия кибернети- ки)	7	118	(О. Гусев, С. Устинов. По Север- ному Байкалу и Прибайкалью) . .	9	82
Бычков П. И. Что такое время (Я. Ф. Аскин. Проблема времени)	1	113	Лаппо Г. М. Проблемы народонаселения (География населения мира)	7	120
Веденов М. Ф., Достова И. В. Опыт ленинградских семинаров (Философские проблемы современной биологии)	9	121	Людковский Г. В. (Г. Г. Воробьев. Что вы знаете о тектитах?)	5	121
Вендров С. Л. Грандиозный планетар- ный процесс (Круговорот воды) . .	7	122	Марков К. К. Природа Карпат (Л. И. Воропай, М. О. Куница. Украинь- скі Карпати)	6	121
Владимиров С. В. Из истории совет- ского радиовещания (Б. А. Остро- умов, В. И. Ленин и Нижегород- ская лаборатория)	6	120	Мартинсон Г. Г. (Л. Л. Россолимо. Байкал)	2	88
Высоцкий Б. П. Эволюция представ- лений о нашей планете (И. В. Ба- тюшкова. Внутреннее строение Земли)	8	109	Мокиевский О. Б. Летопись завоевания глубин (Ж.-И. Кусто, Ф. Дюма, Д. Даген. В мире безмолвия. Жи- вое море)	7	119
Высоцкий Б. П., Высоцкий Р. А. Ги- гиена нашей планеты (Введение в геогигиену)	12	108	Насимович А. А. (Алексей Малышев. По- весть о таежном следопыте)	2	80
Геевская Е. А. (А. Г. Банников, С. К. Ус- тинов. Баргузинский заповедник)	9	90	Новицкая О. Т. Бережь лесные богат- ства (П. В. Васильев. Сокрови- ща советских лесов)	5	120
Дерюшев В. В. (А. Ф. Перетурин. Един- ство атрибутов материи)	9	11	Новый журнал по вирусологии	4	112
Дик Н. Е. Культурный ландшафт боль- шого города (Yu. Saushkin. Mos- cow. Progress publishers)	5	121	Новый научный журнал («Лесоведение»)	6	106
Ивасик В. М. (А. Загорянский. Тайны подводного мира)	2	17	Павлов Ю. П. 10 выпусков ежегодни- ка «Земля и люди»	1	115
Каменева С. В. Первый учебник по ге- нетике микроорганизмов (И. А. За- харов, К. В. Квитко. Генетика микроорганизмов)	9	122	Пармузин Ю. П. (И. М. Любимов. По- лезные ископаемые СССР)	3	126
Канторович М. М. Облик ученого (Л. А. Орбели. Воспоминания) . .	1	114	Плаксин И. Н. Видный ученый-метал- лург (С. Я. Плоткин. Петр Гри- горьевич Соболевский)	3	124
Кулаунов А. Ф. Среди тайн раститель- ного мира (А. М. Гродзинский. Ви- тамины в воздухе. Память расте- ний и др.)	9	112	Плоткин С. Я. От начала цивилизации до наших дней (Микеле Джуа. Исто- рия химии)	2	119
Книжные новинки (1 116); (1 126); (2 126); (8 112); (9 124)			Попов А. П. (М. Г. Новлянская. Фи- липп Иоганн Страленберг)	9	94
Коган Я. Б. (Г. К. Тушинский. Космос и ритмы природы Земли)	7	123	Поспелов С. М. (А. Н. Курсков. Жи- вые радары)	2	31
Козлов А. В. (К. Фриш. Из жизни пчел)	1	100	Поспелов С. М. Солнечная активность и саранча (Н. С. Щербиновский. Сезонные явления в природе) . .	12	107
Коротко о книгах: Алексеев А. Колумбы росские (3 60); Атлас обратной сто- роны Луны, часть 2-я (12 100); Гео- термические исследования и ис- пользование тепла Земли (3 18); Горюнов Ю. В., Перцев Н. В., Сумм Б. Д. Эффект Ребиндера (3 46); Дежкин В. В., Сефонов В. Г. Би- ология и хозяйственное исполь- зование бобра (10 123); Земля и Вселенная (8 108); Шамин А. Н. Развитие химии белка (3 24)			«Проблемы освоения пустынь» (новый журнал)	2	118
Косаковская Н. А. Новое в жизни, нау- ке, технике	10	123	Раскин Л. М. Труды выдающегося уче- ного (Н. И. Вавилов. Избранные сочинения. Генетика и селекция)	4	122
«Космическая биология и медицина» (новый научный журнал)	3	116	Рубакин А. Н. (Л. М. Сухаребский. Клиника мимических расстройств)	8	112
Косув В. Е. (сборник «Тектиты») . . .	1	10	Свиридов В. В. Первая карта (Н. Л. Доб- рецов и др. Карта метаморфических фаций СССР)	6	121
Косыгин Ю. А. Поиски нефти и газа (М. И. Варенцов, Г. Е. Рябухин, Г. Т. Юдин. Месторождения-ги- ганты)	10	121	Свиридов В. В. (В. И. Лебединский. С геологическим молотком по Кры- му)	12	109
Купцов А. И. (Вопросы географии куль- турных растений и Н. И. Вавилов)	9	68	Свиридов М. Н. Мощный источник элементарных частиц (Бруно Рос- си. Космические лучи)	4	121
Ламакин В. В. Пособие для туристов			Семизатова Н. Б. (А. И. Дзенс-Литов- ский. Соляной карст в СССР)	4	69
			Семизатова Н. Б. (В. И. Орлов. Гео- графия СССР)	7	121
			Стельмахович М. Л., Тафинцев Г. П. Но- вый определитель растений (Де- ревья и кустарники СССР)	8	110
			Суликозов В. Е. Сейсмичность Земли (П. Руссо. Землетрясения; Э. Ро- берто. Когда сотрясается Земля; Дж. Ходжсон. Землетрясения и строение Земли)	2	120
			Суликозов В. Е. (И. Ф. Балуховский. Геологические циклы)	1	67

Ступишин А. В. Географы — сельскому хозяйству (Ф. Н. Мильков. Ландшафтная география и вопросы практики)	3	125
Толстой М. П. Земля и океан (Н. П. Руссин. Тепловой баланс нашей планеты; В. Н. Степанов. Океан и будущее Земли)	10	120
Трифонов В. Г., Флоренский П. Ф. Жизнь и космос (В. А. Фирсов. Жизнь вне Земли)	12	106
Турсунов Акбар, Эшметов Нариман. Проблемы познания космоса (В. Н. Комаров. Человек и тайны Вселенной)	3	123
Урысон М. И. Прародина человека — Южная Азия (Ю. Г. Решетов.		

Природа Земли и происхождение человека)	10	122
Успенская Н. В. Выставка юбилейного года	11	124
Успенский С. М. Увлекательное путешествие по неведомому Памиру (Р. Л. Потапов. Неведомый Памир)	8	111
Фрадкин И. Г. 50 лет открытий (Н. А. Гвоздецкий. Советские географические исследования и открытия)	12	104
Шишкин И. Б. Сохранятся или исчезнут? (Э. П. Джи. Дикие животные Индии)	9	123
Яновская Н. М. Поиски древнейшей фауны (А. К. Рождественский. Встречи с динозаврами)	10	120

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

Абрамов В. С. 9 98
 Агалаков В. С. 12 140
 Адамеску А. А. 12 105
 Агошков А. К. 4 110
 Александров А. А. 8 115
 Алексахин Р. М. 3 117
 Алиев Ф. Ф. 2 97
 Аллас К. Э. 10 119
 Альбринг В. 7 58
 Андреев Н. Н. 6 88
 Ангелов Е. В. 4 47
 Анохин Г. И. 1 91
 Антонов В. С. 12 61
 Арабаджи В. И. 4 106
 Ардамацкая Т. Б. 6 128
 Аркадьева М. П. 10 128
 Артемов А. В. 1 123
 Архипов Р. Г. 2 3
 Аскарьян Г. А. 8 113
 Асратян Э. А. 3 19
 Астауров Б. Л. 6 113

Бабаев Т. А. 8 69
Бабушкин Г. М. 7 66
Багдасаров Х. С. 9 117
Баев С. Я. 4 64
Баевский Р. М. 1 68
Байков Ф. Я. 2 112
Балакирев Е. К. 7 127
Балбышев И. Н. 1 124
Банников А. Г. 2 89; 4 80; 5 34; 6 119; 10 109
Барков Н. И. 12 96
Бароян О. В. 11 60
Басов Н. Г. 10 17
Батяева Т. Ф. 2 64; 5 123; 8 125
Бахтеев Ф. Х. 9 54
Беляева Н. В. 1 117
Бианки В. В. 7 127
Бирюков Б. В. 4 42
Бляхер Л. Я. 5 118
Богарада А. П. 6 76
Богоров В. Г. 10 40
Бокарев В. А. 7 118

Болгаров Н. П. 6 74
Бондарь И. А. 8 114
Борисов П. М. 12 63
Бородин Н. А. 1 106; 9 91
Борсук О. А. 3 68
Бочков Н. П. 7 100
Боярчук А. А. 11 80
Брандт С. Б. 9 12
Брызгалина С. П. 7 80
Будников П. П. 6 117
Будун А. С. 5 107
Бузников А. Г. 4 20
Быков А. Д. 2 107; 6 127; 9 127
Быховский Б. Е. 5 34
Бычков П. И. 1 113

Варварин Г. Б. 6 115
Васильев Ю. М. 4 111
Вахтина Т. В. 9 88
Веденов М. Ф. 9 121
Вейсман А. Д. 7 98
Велижанин А. Г. 7 76
Вендров С. Л. 7 122
Верейская В. Н. 9 74
Верещагин Н. К. 12 99
Винокур И. С. 4 127
Владимиров С. В. 5 3; 6 120; 9 102
Владимирова М. Г. 8 116
Власов Н. А. 2 85
Власов Ю. Я. 11 102
Власова В. Г. 6 127
Войтович В. С. 8 63
Вонский Е. В. 3 3
Воробьев Г. Г. 8 94
Воронов А. Г. 5 66
Воронов В. Г. 8 70
Высоцкий Б. П. 8 109; 12 108
Высоцкий Р. А. 12 108

Габриэлян Л. 4 108
Гайворонская Л. С. 9 125
Гаранин В. И. 12 62
Гвоздецкий Н. А. 1 96; 9 113
Геевская Е. А. 9 90
Геллер Б. А. 8 113

Геллер Е. С. 4 42
Гершберг Р. Е. 11 80
Герштейн С. С. 11 12
Гладилин К. Л. 5 113; 8 116; 10 77
Гладков Н. А. 7 58
Гневыхев М. Н. 6 71
Голенченко А. П. 4 68
Гольдия И. Л. 8 124
Горбунов О. Н. 2 27
Горшков С. И. 2 27
Горышина Т. К. 8 17
Гржимек Б. 3 102; 12 80
Григорян Н. А. 8 82
Гулисашвили В. З. 4 66
Гуляев В. И. 5 42
Гуляев Г. В. 7 24
Гурштейн А. А. 6 3
Гусятинский И. А. 6 116

Давыдов В. Д. 1 76
Дагаев М. М. 3 114; 9 118; 11 127; 12 110
Дашевский В. Г. 9 38
Джалалов А. 4 107
Дзэнс-Литовский А. И. 1 85
Дзердзеевский Б. Л. 5 95
Дёжкин В. В. 3 94
Демидович Ю. А. 12 101
Денисова А. 1 56
Деркачева Л. Д. 8 60
Дерюшев В. В. 9 11
Дмитриев М. Т. 6 98
Дмитриев Н. И. 2 127
Добровольский С. П. 8 88
Долгошов В. И. 6 124; 7 126; 10 126
Дорфман Я. Г. 1 24
Достова И. В. 9 121
Драмбянц С. П. 6 118
Дроздов Н. Н. 4 80; 5 108; 10 87
Дружинин И. П. 3 70
Дэйхофф М. О. 9 73

Ершов Ф. И. 4 117

Жаров О. 10 126
Жирнов Л. В. 6 119
Журавель П. А. 12 42

Завойский Е. К. 8 2
Загородний Л. С. 1 89
Зайцев Ю. И. 9 69; 10 2
Заморский А. Д. 2 111
Захаренко Л. В. 12 99
Зверев М. С. 9 26
Зенкевич Л. А. 5 118; 2 14; 11 90
Знаменский Ю. П. 8 (оклейка)
Зорина И. П. 6 64
Зубков А. Е. 3 36
Зырянов В. А. 9 88

Иванов О. К. 3 63
Иванчук П. П. 7 49
Ивасик М. В. 2 17
Ивашин М. В. 8 105
Иерусалимский Н. Д. 9 19
Имшенецкий А. И. 12 32
Иноземцев А. А. 7 111
Иогансон В. Е. 2 113
Ицкевич Е. С. 2 3

Кабанов В. В. 7 106
Каганов М. И. 3 11
Казьмин В. Г. 2 117
Каменева С. В. 9 122
Канторович М. М. 1 114
Карапетян С. Г. 6 111
Карасик Г. Я. 8 114
Кардылевский К. 8 104
Қасаткин А. М. 9 69
Катасонов Е. М. 6 107
Катковский С. Б. 7 74
Кац Я. Г. 2 117; 7 80
Кедров Б. М. 4 3
Килунов А. Ф. 9 112
Кириллова И. В. 5 53
Кирюшкин А. А. 7 104
Кислова Т. А. 4 87
Китайгородский С. А. 12 23
Кишкин Л. С. 5 127
Клейнер Ю. М. 12 32
Клячко-Гурвич Г. Л. 8 116
Коган Я. Б. 7 123
Козлов А. В. 1 100
Козлов В. В. 2 53; 10 47
Колесник И. Г. 3 115
Колинъно В. Ю. 10 119
Кольченко Н. В. 9 83
Компанеев А. С. 5 9
Коновалов И. И. 1 27; 3 93; 10 74
Корабельников Л. В. 10 119
Корец М. А. 9 102
Корт В. Г. 1 57
Косаковская Н. А. 10 123
Космолинский Ф. П. 3 76
Костин В. В. 10 112
Косуев В. Е. 1 10
Косыгин Ю. А. 10 121
Красновидова С. С. 1 127
Кривицкий И. А. 10 126
Крошкин М. Г. 10 2
Крутыпорох Ф. И. 12 74

Крыжановский Г. Д. 6 112
Крятов Б. М. 7 80
Кузин А. М. 6 16
Кузнецов А. П. 4 74
Кузнецов В. И. 3 3; 11 35
Кузнецов Г. А. 6 115
Кузнецова Р. Д. 11 102
Кукаркин Б. В. 2 (оклейка)
Кукин В. Н. 1 36
Купецкий В. Н. 7 82
Куплянин Ю. В. 6 81
Купцов А. И. 9 68
Курапова О. А. 9 116
Курсанов А. Л. 8 23
Курсанов Г. А. 1 5

Лавренко Е. М. 6 44
Ламакин В. В. 9 82
Лепидус Л. И. 12 51
Лаппо Г. М. 7 120; 5 117
Лебедева Л. С. 6 119; 7 117
Левшин В. Л. 9 2
Либман Э. П. 3 61; 4 102
Лившиц В. М. 7 48
Лившиц М. А. 12 8
Липпенкотт Е. Р. 9 73
Липский Ю. Н. 11 26
Литвинов Н. И. 1 101
Лихтер А. И. 2 3
Лобанов И. Н. 5 57
Логвинов В. В. 4 32
Логунов А. А. 11 12
Лопатин С. В. 5 106
Людковский Г. В. 5 121
Люстих Е. Н. 12 14

Майсурян Н. А. 9 48
Малкевич М. С. 9 69
Мамаев О. И. 3 47
Мандель Л. 7 70
Маркин В. А. 7 89
Марков К. К. 5 86; 6 53; 6 44; 6 121
Мартинсон Г. Г. 2 88
Мартьянов С. П. 2 111
Массаев К. В. 5 115
Матвеев Б. С. 5 71
Меерсон Ф. З. 5 14
Мельников Н. В. 9 115
Микулинский С. Р. 4 11
Милюков Ф. Н. 3 127
Минина Л. С. 2 64
Миноранский В. А. 2 127; 2 128
Миркин Б. М. 1 56
Мирошниченко Л. И. 1 111; 1 119; 7 115
Митейко В. 10 126
Мичурин Л. Н. 9 88
Моисеев А. И. 7 105
Мокиевский О. Б. 2 116; 7 119; 12 88
Монин А. С. 12 23
Мочалов И. И. 10 97; 12 55
Мурина Т. М. 10 112
Муринсон Б. Ю. 3 52
Мусабеков Ю. С. 5 79
Мустель Э. Р. 7 13

Нагибин В. С. 4 110
Назаров А. А. 6 125
Напалков Н. В. 6 126; 9 126
Насимович А. А. 2 80
Некипелов М. И. 9 114
Некрасов В. И. 1 106; 2 98
Несмелов Л. В. 3 120
Несмеянов С. А. 9 86
Нестурх М. Ф. 4 47
Нечаев В. А. 5 60
Никаноров Ю. И. 10 89
Николаев Л. А. 1 47
Никольский Г. В. 8 43
Никольский Г. М. 6 71
Ничипорович А. А. 6 33; 9 111
Новицкая О. Т. 5 120
Носаль А. Д. 7 116

Овчинников В. В. 4 59
Оганезов К. С. 4 32
Онищенко Б. А. 4 57
Онищенко С. К. 4 67
Орановский В. Е. 8 15
Орловский А. Ф. 5 113; 8 116; 10 77
Осокин С. Д. 11 90
Остроумов Б. А. 5 3
Очев В. Г. 1 79

Павлов Б. М. 9 88
Павлов Ю. П. 1 115
Палиенко Э. Т. 4 113
Парин В. В. 8 82; 11 29
Пармузин Ю. П. 3 126
Парфенов Е. И. 6 118
Перваков И. Л. 9 117
Перельман А. И. 5 24
Перельман Ф. М. 7 68
Перчик А. И. 6 77
Петрищева П. А. 11 72
Петрушкевич В. С. 12 62
Петровский Ю. С. 12 114
Пикильнер С. Б. 12 8
Плаксин И. Н. 3 124
Плоткин С. Я. 2 119
Плотникова Л. С. 2 98
Подколзин А. А. 6 24
Поздняков Б. С. 10 28
Покровский Г. И. 2 43; 4 124
Покшишевский В. В. 1 11
Полак Л. С. 7 24
Полутов И. А. 1 72
Понизовский З. Л. 10 72
Попов А. П. 9 94
Попов И. Т. 5 106
Попов Л. А. 11 112
Попов М. 2 74
Попова С. В. 2 3
Попова Т. 1 56
Поповский М. А. 9 62
Поспелов С. М. 2 31; 12 107
Преображенский В. С. 8 51
Преснякова М. А. 4 125
Проник В. И. 11 80
Проник И. И. 11 80
Псковский Ю. П. 8 105
Пузанов И. И. 2 94

Пушкин В. Н. 7 32
Пятышева Н. В. 6 94

Райков Н. И. 8 116
Райнес Фр. 2 32
Раскин Л. М. 4 122
Розенберг Г. В. 9 69
Родин Л. Е. 8 73
Родионова Ж. Ф. 1 73
Родионов В. Н. 2 46
Родоман Б. Б. 3 25
Ромашов А. Н. 2 46
Ротенберг Л. Л. 8 116
Рубакин А. Н. 8 112
Ругузов И. А. 8 115
Русанов Ф. Н. 12 35
Рутман Э. М. 2 116
Рыбин А. И. 1 118; 4 50
Рыжков В. Л. 12 2
Рябухин Г. Е. 2 102

Саган С. Е. 9 73
Сазанов А. А. 6 71
Саидова Х. М. 1 117
Салтыковский А. Я. 4 110
Самойлов В. И. 4 111
Самойленко В. С. 12 23
Самусенко Э. Г. 3 101
Сафаров И. С. 2 77
Сафронов Д. С. 1 123
Сахаров Д. А. 12 96
Свиридов В. В. 6 121
Свиридонов М. Н. 4 121
Северный В. В. 3 3
Семененко В. Е. 8 116
Семенов Н. Н. 11 102
Семихатова Н. Б. 3 88; 4 69; 7 121
Серебрянный Л. Р. 3 53; 7 107
Сидоченко Т. В. 2 122
Симонов Ю. Г. 3 68
Смирнов П. Н. 3 100
Смирнов Ю. Н. 10 70; 10 114;
11 28; 11 116; 12 98
Соботович Э. В. 8 90
Соколов Г. А. 10 106
Солодкин Л. С. 3 3
Сорокин Ю. И. 8 66

Стекольников Л. И. 7 74
Стельмахович М. Л. 8 110
Степанян Л. С. 2 79
Столяров С. С. 9 77
Ступишин А. В. 3 125
Сулиди-Кондратьев Е. Д. 2 53;
2 117; 10 47
Суликозов В. Е. 1 67; 2 120; 4 114
Суляев Р. М. 11 12
Сысоев В. П. 3 73
Сэллшоп Дж. 2 32

Тарасов Б. Н. 1 128
Тафинцев Г. П. 8 110
Тимофеев-Ресовский Н. В. 5 66
Тиунова Н. А. 12 102
Толстой М. П. 10 120
Травничек И. 7 70
Третьяк Г. М. 12 62
Треус В. Д. 12 74
Трифонов В. Г. 12 106
Тугаринов А. И. 10 118; 11 46
Туманов И. И. 5 122
Турсунов А. 3 123

Угольникова Т. А. 7 105
Урысон М. И. 10 121
Успенская Н. В. 11 124
Успенский С. М. 2 81; 8 111

Феденко Н. В. 4 70
Федоренко В. А. 9 86
Федоров А. С. 11 3
Федоров Н. Н. 1 110
Федорова Т. Б. 2 122
Федосеев И. А. 5 118
Федчук И. П. 7 112
Фениксова Р. В. 12 102
Филимоненко И. С. 5 95
Филиппов Е. М. 5 115
Финн Э. А. 7 85
Флеров Г. Н. 11 35
Флоренский К. П. 8 92
Флоренский П. В. 12 106
Флоренсов Н. А. 8 107
Фрадкин И. Г. 12 104

Франк-Каменецкий Д. А. 3 115
Фролов В. Я. 3 127

Хазеп И. М. 3 76
Харитонов А. В. 3 64
Хасанкаев Ч. С. 6 126
Ходак Ю. А. 12 97
Хорошков В. С. 7 43
Хотюн Г. Н. 4 127

Цинзерлинг Е. В. 8 99
Цицин Н. В. 12 45
Цыцугина В. Г. 10 114

Чепурнов А. В. 4 59
Черкасская В. М. 5 123; 8 125
Чернов А. А. 1 120; 2 115; 3 118
Чувило И. В. 3 80
Чучкин В. Г. 10 58

Шаллер Д. Б. 4 90
Шанторович В. П. 6 59
Шапошников Е. Д. 4 127
Шарлемань Н. В. 4 126
Шварц С. С. 8 30
Шингарева К. Б. 1 73
Шишкин И. Б. 5 99; 9 123
Шишкин М. А. 1 79
Шкурко Н. В. 10 90
Штернов П. Н. 5 116
Штильмарк Ф. Р. 8 97

Щипачев В. С. 7 24

Экк Р. В. 9 73
Энгельгардт В. А. 7 2
Эшметов Н. 3 123

Юдаков А. Г. 5 60
Юкнявичюс Л. К. 7 128
Юра Чеслав 10 83
Юрьев З. И. 2 72

Якоби В. Э. 5 114
Ямпольский П. А. 6 54
Яновская Н. М. 10 120
Яншин А. Л. 11 126

Художественный редактор *И. П. Леонов*

Технический редактор *Д. И. Флейшман*

Корректор *Г. В. Короткевич*

АДРЕС РЕДАКЦИИ: Москва, Ж-127, ул. Осипенко, 52, тел. В1-76-80

Подписано к печати 29/XI 1967 г.
Уч.- изд. л. 13,25

Т-14846.
Бум. л. 4

Формат бумаги 84×108¹/₁₆
Тираж 42500 экз.

Печ. л. 8+1 вклейка
Заказ 3481

2-я типография издательства «Наука». Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор академик Н. Г. Васов

Доктор физико-математических наук Д. А. Франк-Каменецкий (*заместитель главного редактора*); кандидат технических наук А. С. Федоров (*заместитель главного редактора*); академик Б. Л. Астауров; академик А. И. Берг; академик А. П. Виноградов; академик В. В. Парин; академик Г. М. Франк; член-корреспондент АН СССР Л. А. Зенкевич; член-корреспондент АН СССР В. Л. Кретович; доктор географических наук Л. А. Чубуков; доктор физико-математических наук С. П. Капица; доктор философских наук Н. Ф. Овчинников

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Академик А. Е. Арбузов (*органическая химия*); академик Б. М. Кедров (*философия естествознания*); академик И. К. Ки-
коин (*физика*); академик Н. В. Цицин (*сельское хозяйство*); член-корреспондент АН СССР Э. А. Асратян (*физиология*);
член-корреспондент АН СССР Б. Н. Делоне (*математика*); член-корреспондент АН СССР Н. А. Красильников (*микробио-
логия*); член-корреспондент АН СССР В. А. Магницкий (*геофизика*); член-корреспондент АН СССР Н. И. Нуждин (*биоло-
гия*); член-корреспондент АН СССР Р. З. Сагдеев (*физика*); член-корреспондент АН СССР А. П. Терентьев (*органическая
химия*); член-корреспондент АН СССР И. И. Туманов (*физиология растений*); доктор биологических наук А. Г. Банни-
ков (*зоология*); доктор физико-математических наук Б. В. Кукаркин (*астрономия*); доктор философских наук Г. А. Кур-
санов (*философия*); доктор географических наук К. К. Марков (*география*); доктор биологических наук К. К. Флеров
(*палеонтология*); доктор биологических наук А. Н. Формозов (*экология, зоогеография*)

Ответственный секретарь В. М. Полюнин

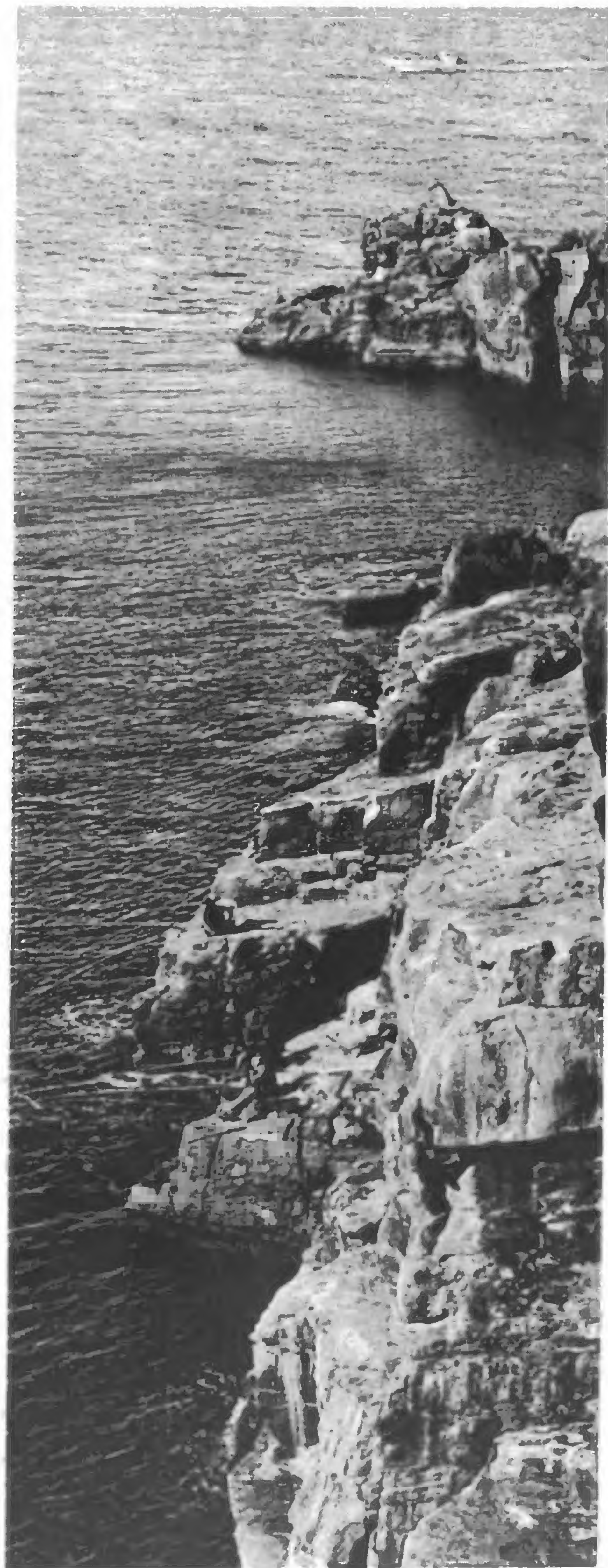
50 коп

Индекс 70707



НА БЕРЕГАХ ШИРАХАМЫ, ЯПОНИЯ

См. статью О. Б. Мокиевского «В стране морских берегов»



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»